COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTROLOGIE. — *Sur deux mètres en platine ayant appartenu à de Prony.* Note de M. Tresca.

« *Origine des mètres de Prony.* — Notre confrère M. Lalanne, pendant qu'il dirigeait encore l'École des Ponts et Chaussées, a bien voulu nous confier deux mètres en platine, qui appartiennent à cet établissement et qui faisaient partie des instruments laissés par de Prony, dont l'active collaboration aux derniers travaux de l'établissement du système métrique n'a pas besoin d'être rappelée.

» L'ancienneté de ces mètres n'est pas douteuse : ils remontent à l'époque de la première Commission, vers le commencement du siècle; leurs ressemblances avec les mètres officiels, et en particulier avec le prototype des Archives, exigeaient qu'ils fussent étudiés avec soin, et nous nous proposons, dans cette Note sommaire, de faire connaître à l'Académie leurs principales particularités.

» L'un d'eux est en même temps mètre à traits, et nous les distinguerons l'un de l'autre sous les désignations de mètre à bouts P, qui ne porte pas de

traits, et de mètre à bouts P′, sur lequel se trouve aussi tracée une longueur à traits P″.

» *Description du mètre à bouts P.* — Le mètre à bouts est formé d'une règle de platine de $23^{mm},8$ de largeur et de $4^{mm},2$ d'épaisseur, du poids de 1941^{gr}. Les bouts ont été dressés avec soin, mais l'un d'eux porte, vers l'un des angles, plusieurs petites défectuosités, provenant de chocs accidentels, qui n'ont dû exercer cependant aucune influence jusqu'au centre de la face, et c'est ce centre seul qui définit la véritable longueur de la règle.

» Les faces latérales sont bien ajustées, mais les plats de la règle, quoique dressés, sont restés très rugueux et non terminés; il semble qu'ils aient été travaillés seulement avec une grosse lime, et que ce mètre n'ait dû servir qu'à l'état provisoire.

» Les bouts sont assez finement polis, et si peu que l'on aperçoive encore quelques traces du travail primitif, il est permis cependant de conclure de leur examen que le dernier ajustage n'a pas été effectué au lapidaire, comme pour les mètres officiels dont les rayures, identiques pour tous les trois, sont, sous ce rapport, tout à fait caractéristiques.

» Quant au métal, il a exactement l'apparence de celui des règles officielles, préparées, comme on sait, par le procédé à l'arsenic de Jannetti; les défauts de soudage et les pailles y sont peut-être moins nombreux, mais il ne serait pas impossible que ces défauts, qui sont la conséquence du seul mode de fabrication usité à cette époque, fussent rendus plus apparents par un polissage plus complet. Vers l'un des bouts de la règle et au milieu de la largeur de sa face supérieure, se trouve une empreinte du poinçon de l'ancienne Commission, empreinte qui, marquée seulement par le tiers environ de la surface de ce poinçon, suffit pour caractériser, sans qu'aucun doute puisse subsister, l'ancienneté de cette mesure.

» *Description du mètre à bouts et à traits.* — Le mètre à bouts et à traits de Prony se compose d'une règle analogue à la précédente, mais dont le métal est cependant mieux poli.

» Il a, comme le premier, une largeur de $23^{mm},8$ ou $23^{mm},9$, mais son épaisseur est un peu plus grande, $4^{mm},6$, et il pèse 2014^{gr}. Le métal a complètement l'aspect de celui de Jannetti, et l'on y remarque par conséquent de nombreux défauts de soudage et des pailles. Bien que les faces horizontales soient plus lisses et que, par conséquent, le travail en soit plus soigné, les faces latérales ne sont pas restées planes; on serait porté à croire que cette règle a pris une certaine courbure, dans le sens horizontal, depuis l'ajustage. Quant aux bouts de la règle, ils sont assez finement tra-

vaillés à la lime et polis. Leur ajustage définitif n'a pas été effectué non plus avec le lapidaire que Lenoir avait, avec raison, employé pour cette opération délicate. Il serait difficile d'admettre que pour tout mètre plus récent on eût négligé de se servir de cet outil si bien approprié, et la supériorité qui résultait de son emploi est si évidente que l'absence de tout travail au lapidaire semblerait indiquer que les deux mètres restés aux mains de Prony ont été terminés avant les prototypes officiels.

» Le principal intérêt de ce mètre tient à ce qu'il est à la fois à bouts et à traits, et cette double particularité augmente beaucoup sa valeur historique. Près de l'un des angles de la face supérieure se trouvent deux traits en croix qui définissent une sorte d'emprunt fait à l'extrémité de la règle ; le trait transversal, qui forme la ligne de foi, a été mené, d'une manière un peu approximative, par deux empreintes de pointeau, encore visibles, à une distance latérale de $0^{mm},25$ environ du point de croisé des traits. Ce trait principal est extrêmement fin et d'une lecture difficile.

» Pour constituer une mesure à traits avec cette règle de 1^{m} de longueur, il fallait lui donner à son autre extrémité un surcroît de longueur égale à celle de l'emprunt, et l'on a pour cet objet disposé une languette saillante qui dépasse l'extrémité de la règle de $0^{m},004$. Cette languette est fixée à l'aide d'une vis à tête fraisée qui traverse toute l'épaisseur et de deux pieds analogues à ceux que l'on a l'habitude d'employer en horlogerie. La partie excédante de la languette embrasse le bout de la règle et on lui a donné la même épaisseur. Deux traits en croix sont de même tracés de ce côté, vers l'extrémité de la languette, et l'on remarque, dans chacun des quatre angles qu'ils forment l'un par rapport à l'autre, un point d'encre qui a dû servir aux opérations préliminaires.

» La languette, beaucoup mieux ajustée que la règle, est faite en métal plus homogène et par conséquent de date plus récente ; le travail dénote une certaine habileté quant à l'exécution de la pièce elle-même, mais celui des traits appartient évidemment à une main beaucoup moins sûre d'elle.

» *Résultats des comparaisons.* — Pendant que ces mètres étaient à notre disposition, nous avons pensé qu'il était utile d'en déterminer les vraies longueurs, et de nous assurer par là du degré d'exactitude avec lequel on pouvait obtenir à cette époque la concordance entre un mètre à bouts et un mètre à traits, celui de Prony étant certainement le seul qui ait été construit au commencement de ce siècle.

» Huit comparaisons ont été faites sous ma direction par les soins de M. G. Tresca, qui est attaché depuis le commencement de ces travaux à la

Commission internationale du mètre, et qui a acquis une grande habileté dans ces sortes de déterminations.

» En récapitulant les résultats de toutes les observations ainsi faites, on trouve, en désignant par A la longueur du mètre des Archives :

11 février 1882	S[1]	$3^{\circ},3$	$P' = A - 8^{\mu},40$ (1)
11 août 1882.......	S	0,0	$P' = A - 7,49$ (2)
18 janvier 1883.....	G	10,5	$P = P' - 3,50$ (3)
id.	G	10,5	$P'' = P - 17,00$ (4)
30 janvier 1883.....	S	13,2	$P = P' - 6,30$ (5)
1er février 1883.....	S	id.	$P = P' - 6,16$ (6)
id.	G	id.	$P = P' - 8,20$ (7)
id.	G	13,2	$P'' = P - 16,10$ (8)

d'ou l'on déduit facilement

(1) et (2).........	$P' = A - 7,94$	$P' = A - 7^{\mu},94$
(3), (5), (6) et (7).	$P = P' - 6,04 = A - 7,94 - 6,04$	$= A - 13,98$
(4) et (8).........	$P'' = P' - 16,55 = A - 13,98 - 16,55$	$= A - 30,53$

» Les huit équations qui précèdent et qui concordent entre elles dans les limites que le défaut de précision du travail et de la planimétrie de ces règles permettrait d'atteindre se traduisent en définitive par les relations suivantes :

$$P = A - 13^{\mu},98,$$
$$P' = A - 7,94,$$
$$P'' = A - 30,55,$$

qui conduisent, d'un autre côté, à

$$P' = P + 6^{\mu},04,$$
$$P'' = P' - 22,61.$$

» Les deux mètres à bouts P et P', quoiqu'à très peu près contemporains, accusent une différence de $\frac{6}{1000}$ de millimètre entre eux, différence qui est à peu près égale à celle du mètre P' par rapport au prototype des Archives.

» Quant à la comparaison entre les longueurs à traits et à bouts du même étalon, elle atteint $\frac{22}{1000}$ de millimètre, bien qu'il ne soit pas impossible qu'à l'origine elle ait été moindre.

---

(1) Les lettres G et S indiquent que la comparaison a été faite sur le comparateur de Gambey ou sur celui de Silbermann.

» Il résulte aussi de ces conditions que le mètre P n'a pas une très grande valeur scientifique, si ce n'est au point de vue de l'étude que l'on aurait grand intérêt à faire aujourd'hui des propriétés du métal de Jannetti et surtout de son coefficient de dilatation.

» *Considérations historiques.* — Dans une récente Communication faite à l'Académie par un savant autorisé, il se déclare disposé à croire que le mètre à bouts de Prony serait contemporain des étalons de la première fabrication.

» Il est évident que, par l'aspect du métal, par le fragment d'empreinte du poinçon de l'ancienne Commission, ce mètre remonte à une époque très voisine de ses travaux ; nous inclinerions même à penser, d'après l'absence de tout dressage au lapidaire, pour leur dernier ajustage, que ces règles ont pu être confectionnées avant les règles définitives. Les pièces additionnelles du mètre à traits sont seules de date plus récente; mais, parmi les raisons qui ont été données relativement aux dates successives de la fabrication des différentes règles, il est nécessaire de réduire à leur juste valeur celles qui ont été attribuées à la forme des boites et aux dispositions de leurs plaques officielles.

» Il résulte des empreintes que nous avons relevées aux Archives, au Conservatoire et à l'Observatoire, que les similitudes indiquées ne sont pas absolument exactes. Nous consignons ici, pour être consultées au besoin, mais sans qu'il soit utile cependant de les reproduire dans les *Comptes rendus*, les décalques de ces plaques, et il en résulte qu'aucune raison d'antériorité ne peut être assignée à l'exécution des différentes boites. D'un autre côté, le poinçon officiel paraît avoir été réservé pour les copies, à l'exclusion de l'étalon légal, où il fait défaut; le double poinçon que porte le mètre de l'Observatoire tendrait à lui assigner une date un peu postérieure à celles des deux autres.

Quant aux mètres de Prony, qui font l'objet principal de cette Communication, nous sommes d'avis qu'ils sont, selon toute apparence, de très près contemporains du mètre des Archives, qu'ils ont été confectionnés avec le métal de Jannetti, que le non-emploi du lapidaire pour l'ajustage des bouts semblerait indiquer que l'outillage définitif n'avait pas encore été terminé au moment de leur exécution.

» Le mètre à bouts s'éloigne trop de la longueur du mètre des Archives pour qu'on lui attribue une grande valeur, sous le rapport de son exactitude, mais celui qui a été complété ultérieurement par l'addition des traits a une grandeur plus satisfaisante, et la longueur comprise entre les traits

constitue une première solution, assez bien réussie, de la transformation d'une longueur à bouts en étalon à traits, et dont tout l'honneur doit être reporté à Prony. On sait que c'est ce même problème dont la nouvelle Commission du Mètre a eu à s'occuper depuis plus de dix ans; le nouvel étalon à traits a été terminé l'an dernier seulement. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de l'onde explosive;* par M. **Berthelot.**

« Nous avons étudié, M. Vieille et moi, la propagation de l'onde explosive dans un grand nombre de mélanges gazeux et nous avons reconnu que sa vitesse peut être représentée par la même formule que la translation des molécules gazeuses, d'après M. Clausius : soit $v = 29{,}354\sqrt{\frac{T}{\rho}}$; T étant la température théorique de la réaction, rapportée au zéro absolu.

» Mais c'est là une expression algébrique, plutôt que physique, la température T étant purement théorique; car les températures de combustion véritables, telles qu'elles sont connues aujourd'hui, lui sont de beaucoup inférieures. En réalité, comme je le faisais observer (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 152),

« La notion physique de la température T n'entre pas dans cette évaluation de la vitesse et le calcul exprime uniquement ceci : que la force vive de translation des molécules du système gazeux, produit par la réaction et renfermant toute la chaleur développée par celle-ci, est proportionnelle à la force vive de translation du système gazeux, contenant seulement la chaleur qu'il retient à zéro. »

» Traduisons cet énoncé dans les formules : soit v_0 la vitesse de translation des molécules gazeuses du système contenant seulement la chaleur retenue à zéro; soit v la même vitesse au moment de la réaction, le système renfermant alors en plus la chaleur Q dégagée par celle-ci, soit en tout $Q + q$; nous aurons, d'après la Théorie mécanique de la chaleur :

$$\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv_0^2} = \frac{Q+q}{q};$$

soit

$$v = v_0\sqrt{\frac{Q+q}{q}}.$$

» Cette expression est plus claire, attendu qu'elle ne renferme plus que des quantités de chaleur et qu'elle présente une signification physique parfaitement définie. Ses valeurs numériques sont, d'ailleurs, identiques

à celles qui se tirent de la formule de Clausius. Mais elle offre l'avantage de ne plus renfermer d'une façon explicite la température de combustion.

» Si nous comparons deux mélanges isomères, c'est-à-dire tels que la composition des produits finals soit identique (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 155), les vitesses de propagation seront entre elles dans le rapport des racines carrées des quantités de chaleur totales, $\sqrt{\frac{Q+q}{Q'+q}}$; rapport qui ne diffère guère dans la pratique de celui des quantités mêmes de chaleurs dégagées à 0°, soit $\sqrt{\frac{Q}{Q'}}$.

» Quelques remarques vont achever de préciser le sens de ces expressions.

» La quantité q est égale, comme on sait, à 273 c, c étant la chaleur spécifique des produits de la réaction, pris à pression constante. Pour comprendre l'intervention de cette dernière, il suffit de remarquer que, pendant la propagation de l'onde explosive, la combustion, en se propageant de tranche en tranche, est précédée par la compression préalable de la tranche gazeuse qu'elle va transformer; les molécules de la tranche enflammée qui la précède étant lancées en avant, avec toute la vitesse correspondant à la force vive développée par la réaction chimique : leur choc détermine la propagation de celles-ci dans la tranche voisine (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 151).

» On pourrait croire que la température développée devrait être accrue de toute l'élévation de température produite par cette compression préalable. Mais, dans cette manière de voir, la combustion de chaque tranche produit, en même temps que de la chaleur, le travail nécessaire pour comprimer la tranche suivante; c'est-à-dire qu'elle perd de ce chef précisément autant de chaleur qu'elle en a gagné par sa propre compression. Tout se passe, en définitive, comme si l'on avait opéré sous pression constante. La concordance des chiffres calculés et des chiffres observés vient à l'appui de cette analyse des phénomènes. Cette analyse est d'ailleurs la même, en principe, que celle que j'ai donnée en 1870 pour expliquer les effets du choc sur la nitroglycérine et sur la poudre-coton (1). »

---

(1) *Sur la force de la poudre et des matières explosives*, 2e édition, 1872, p. 165 et 169.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le produit indéfini* $1-x.1-x^2.1-x^3\ldots$; par M. SYLVESTER.

« Dans le *Johns Hopkins Circular*, numéro de février, on trouvera l'explication d'une méthode *graphique* pour convertir les produits continus en séries. J'ai appliqué cette méthode pour obtenir la formule connue (CAYLEY, *Elliptic Functions*, p. 296)

$$\frac{1}{1-ax.1-ax^2.1-ax^3\ldots}$$
$$=1+\frac{xa}{1-x.1-ax}+\frac{x^4a^2}{1-x.1-x^2.1-ax.1-ax^2}$$
$$+\frac{x^9a^3}{1-x.1-x^2.1-x^3.1-ax.1-ax^2.1-ax^3}+\ldots.$$

» Je me suis demandé quelle serait l'expression obtenue en appliquant la même construction (ou dissection) graphique (qui fournit la formule citée en haut), au produit $1+ax.1+ax^2.1+ax^3\ldots$, et j'ai trouvé sans aucune difficulté l'expression suivante :

$$1+xa\frac{1+ax^2}{1-x}+x^5a^2\frac{1+ax.1+ax^4}{1-x.1-x^2}+\ldots$$
$$+x^{\frac{3j^2-j}{2}}a^j\,\frac{1+ax.1+ax^2.1\ldots+ax^{j-1}}{1-x.1-x^2\ldots1-x^{j-1}}\cdot\frac{1+ax^{2j}}{1-x^j}+\ldots.$$

» En faisant $a=-1$, on obtient

$$1-x.1-x^2.1-x^3\ldots=1-x(1+x)+x^5(1+x^2)+\ldots$$
$$+(-)^jx^{\frac{3j^2-j}{2}}(1+x^j)+\ldots.$$

» C'est le théorème bien connu d'Euler, lequel, sous ce point de vue, n'est qu'un corollaire d'un théorème plus général.

» Par la même méthode, j'obtiens la série pour les *théta* fonctions et d'autres séries beaucoup plus générales, sans calcul algébrique aucun. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de partitions;* par M. SYLVESTER.

« Soient $s_1, s_2, \ldots, s_i$ des suites de nombres consécutifs, telles que le plus petit terme dans aucune d'elles n'excède de plus de l'unité le plus grand terme dans la suite qui précède; bien entendu que i peut devenir l'unité et

qu'une suite quelconque peut se réduire à un seul terme. On peut envisager ce système de suites comme une partition de la somme des nombres contenus dans leur totalité : alors on aura le théorème suivant :

» *Le nombre de systèmes de i suites de nombres consécutifs dont la somme est* N *est le même que le nombre de partitions de* N *qu'on peut former avec les repétitions de i nombres impairs.* Comme exemple, en faisant $N = 10$ et $i = 1, 2, 3$ successivement, on aura d'un côté les divers groupes de partitions

10	9, 1	1, 2, 7	1, 3, 6
1, 2, 3, 4	8, 2	2, 3, 5	
	7, 3	1, 4, 5	
	6, 4		

et de l'autre (en se servant d'un indice supérieur pour signifier le nombre des réflexions de sa base),

5^2	9, 1	3^3, 1	1^2, 3, 5
1^{10}	7, 3	3^2, 1^4	
	7, 1^3	3, 1^7	
	5, 1^5		

» En ajoutant ensemble les équations qui, pour la même valeur de N, répondent à toutes les valeurs possibles de i, on retombe sur le théorème bien connu d'Euler que *le nombre des partitions de* N, *en excluant seulement les répétitions, est le même que le nombre de ses partitions en excluant seulement les nombres pairs.* Ainsi, on peut envisager ce dernier théorème comme un corollaire d'un théorème bien autrement profond et qui n'est pas du tout facile à démontrer, sinon pour le cas le plus simple, c'est-à-dire quand il n'y a qu'une seule suite. Pour ce cas, le théorème peut s'exprimer en disant que *le nombre de suites de nombres consécutifs dont la somme est* N *est égal au nombre de diviseurs impairs de* N. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un borate d'alumine cristallisé, de la Sibérie. Nouvelle espèce minérale.* Note de M. A. DAMOUR.

« Le minéral dont je vais exposer les principaux caractères et la composition a été recueilli dans le terrain de pegmatite des monts Soktoui, près d'Adoun-Tchilon (Sibérie orientale), par M. Jéréméiew, conseiller d'État, ingénieur au corps des Mines de la Russie.

» Présumant que cette substance constituait une espèce nouvelle, il en a envoyé quelques cristaux à MM. Arzruni, et Websky, à Berlin; et c'est à l'obligeance de ces Messieurs que je dois les échantillons qui m'ont servi à déterminer, sur leur demande, la composition de ce minéral. M. Websky s'est réservé d'en faire connaître les caractères optiques et cristallographiques.

» Au premier aspect, ce minéral pourrait être confondu soit avec un béryl, soit avec une tourmaline, ou une apatite. Il est facile de l'en distinguer par plusieurs de ses caractères physiques et chimiques.

» Il se montre cristallisé en prismes hexagonaux réguliers, transparents et à peu près incolores. Il raye le feldspath et est rayé par le quartz. Sa densité $= 3,28$. Sa cassure est vitreuse et sans clivages apparents.

» Chauffé dans le matras, au rouge naissant, il ne laisse dégager ni humidité ni aucun corps volatil.

» Au chalumeau, il perd sa transparence, blanchit et communique à la flamme la coloration verte caractéristique de l'acide borique.

» Il se dissout complètement dans le sel de phosphore et dans le borax, en donnant un verre incolore et transparent.

» Humecté de nitrate de cobalt et chauffé fortement, il prend une teinte bleue.

» Il se dissout dans le bisulfate de potasse chauffé au rouge sombre : la masse fondue, étant reprise par l'eau chaude, donne une liqueur incolore, sans résidu appréciable.

» Réduit en poudre très fine et chauffé dans une dissolution très concentrée de potasse caustique, le minéral se dissout, ne laissant qu'un faible résidu d'oxyde ferrique.

» Les acides nitrique et chlorhydrique ne l'attaquent pas; mais, après qu'il a subi une forte calcination, l'acide sulfurique chauffé à $+ 300°$ le dissout, avec lenteur. La dissolution est facilitée par l'addition d'une petite quantité d'acide fluorhydrique.

» Lorsqu'on chauffe ce minéral à la température du rouge blanc, dans un creuset en platine, il perd jusqu'à 33 pour 100 de son poids : il se condense, sur le couvercle du creuset, des gouttelettes vitreuses incolores, formées d'acide borique. Cette quantité de 33 pour 100 ne représente pas la proportion totale de l'acide borique contenu dans le minéral; car, lorsqu'on l'attaque ensuite par l'acide sulfurique, le sel alumineux que l'on obtient communique encore à la flamme de l'alcool la couleur verte qui caractérise l'acide borique.

» Après m'être assuré que cette substance minérale est essentiellement formée d'acide borique et d'alumine, j'ai adopté, pour en faire l'analyse, la méthode suivante :

» Le minéral, finement pulvérisé, a été chauffé, dans un creuset en platine, au rouge blanc pendant une demi-heure. La perte qui s'est produite représentait la quantité d'acide borique volatilisée par cette calcination. La matière restée fixe a été ensuite traitée, à chaud, par un mélange d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau et d'acide fluorhydrique. L'alumine s'est dissoute : on a fait évaporer la liqueur jusqu'à ce que, l'acide fluoborique étant chassé par volatilisation, il ne se dégageât plus que des vapeurs sulfuriques.

» On a repris alors la matière acide par l'eau chaude, puis l'alumine a été précipitée par le sulfhydrate ammoniaque; cette alumine était colorée en noir par un peu de sulfure de fer : elle a été lavée et pesée après calcination.

» La liqueur séparée de l'alumine ferrugineuse a été évaporée à siccité, on a chassé les sels ammoniacaux : il est resté un faible résidu de sulfate de potasse qui a servi à déterminer la proportion de cet alcali contenu dans le minéral.

» Le fer a été séparé ensuite de l'alumine par les méthodes connues.

» La moyenne de trois analyses a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapport.
Acide borique (dosé par différence)..	40,19		27,55	1
Alumine........................	55,03	25,63	26,85	1
Oxyde ferrique..................	4,08	1,22		
Potasse.........................	0,70			
	100,00			

» Ces résultats, donnant le rapport très simple de 1 : 1, permettent d'assigner à ce composé la formule

$$Al^2O^3, BO^3.$$

» D'accord avec MM. Arzruni et Websky, je propose de donner à cette nouvelle espèce minérale le nom de *Jéréméiéwite*, en l'honneur du savant ingénieur qui, le premier, l'a signalée à l'attention des minéralogistes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du rôle de l'oxygène de l'air dans l'atténuation quasi instantanée des cultures virulentes par l'action de la chaleur;* par M. A. Chauveau.

« Avec le manuel généralement usité pour l'application de la méthode d'atténuation rapide des cultures virulentes par l'action de la chaleur, la phase essentielle, celle pendant laquelle s'opère l'atténuation, se passe nécessairement en présence de l'oxygène de l'air contenu dans les matras. Or il est prouvé, par les belles recherches de M. Pasteur, que l'oxygène est un très actif agent d'atténuation de la virulence des microbes infectieux. Ne serait-ce pas à l'intervention de cet agent, pendant le chauffage, que serait due l'atténuation qui est attribuée ici à l'action de la chaleur? Tout au moins, l'oxygène ne contribuerait-il point, pour une part plus ou moins grande, à la production de l'effet atténuant? Ce sont là des questions qui méritent d'être étudiées avec le plus grand soin.

» Il est vrai que, dans la méthode d'atténuation rapide par l'action de la chaleur, la phase essentielle est de si courte durée qu'on s'imagine difficilement que l'oxygène puisse prendre part au travail d'atténuation, comme dans la méthode de M. Pasteur, où l'effet cherché ne s'obtient qu'à très longue échéance. Mais on peut objecter que, dans la méthode du chauffage, la rapidité de l'action chimique de l'oxygène est peut-être centuplée par l'élevation de la température, ce qui n'aurait rien que de conforme aux faits généraux de la Chimie. Une démonstration expérimentale précise était donc nécessaire; je l'ai demandée à deux ordres de faits.

» Dans une première série d'expériences, le chauffage du liquide des cultures prolongées pendant vingt heures à la température $+43^{\circ}$ est exécuté dans les conditions suivantes : on fait deux parts de ce liquide; l'une reste dans le matras; l'autre est introduite dans une pipette, qu'on remplit exactement et qu'on scelle à la lampe. Pipette et matras sont ensuite placés dans l'étuve à $+47^{\circ}$ et soumis au chauffage, qui exerce alors son influence, d'une part, sur des microbes soustraits à l'action de l'air, d'autre part, sur les mêmes microbes restés exposés à cette action de l'air atmosphérique. Or, dans les deux cas, l'effet produit par le chauffage est identiquement le même. L'inoculation comparative des deux parts de liquide montre que les microbes infectieux du contenu des pipettes n'ont pas éprouvé une atténuation moins forte que ceux des matras.

» Mais ces expériences ne tiennent pas compte de l'oxygène en disso-

lution dans le liquide et dont la petite quantité suffit peut-être au rôle présumé de cet agent modificateur. C'est pour écarter cette objection qu'une seconde série d'expériences a été instituée avec une importante modification du manuel : avant de sceller les pipettes, on y fait le vide, à l'aide de la pompe à mercure. Le chauffage s'exécute donc, dans ce cas, aussi complètement que possible hors de la présence de l'oxygène, et l'expérience est tout à fait irréprochable. Deux exemples particuliers bien choisis en feront parfaitement connaître et apprécier les résultats.

» *Premier exemple.* — Trois matras, ensemencés avec du sang de cobaye, restent vingt-deux heures et demie dans une étuve à + 43°, bien réglée. Il en résulte un beau trouble uniforme du liquide de culture. Dans chacun des matras, on puise une petite quantité de liquide, qui sera consacrée aux examens microscopiques et à l'épreuve de l'activité de la culture, puis une quantité plus grande, avec une pipette disposée pour qu'on y puisse faire le vide. Quand cette dernière opération est terminée, matras et pipettes, réunis en couples qu'on numérote 1, 2, 3, sont mis dans une étuve à + 47°. Le couple n° 1 y reste une heure; le couple n° 2, deux heures; le couple n° 3, trois heures.

» L'examen du liquide, avant chauffage, fait trouver, dans les trois échantillons, le même mycélium brisé en filaments et bâtonnets isolés ou réunis en très petits amas, pourvus presque tous de spores rudimentaires.

» Huit cobayes sont consacrés aux inoculations, qui consistent uniformément en une injection de deux gouttes de liquide sous la peau de la face interne d'une cuisse. Deux sujets, servant de témoins, reçoivent le liquide non chauffé. Les liquides contenus dans le matras n° 1 et sa pipette correspondante sont inoculés à deux autres cobayes, et la même opération est répétée avec les matras et les pipettes des groupes 2 et 3. Or les deux cobayes inoculés avec le liquide non chauffé meurent en quarante-deux et quarante-six heures. Les six autres sujets survivent tous; ils n'ont même paru malades à aucun moment; exceptons toutefois le cobaye inoculé avec le liquide chauffé une heure en présence de l'air, cobaye sur lequel on a pu constater un très petit et très fugitif œdème local.

» L'intérêt que présentent ces résultats est considérablement accru par l'étude de l'évolution des cultures qui ont été continuées ou entreprises concurremment avec les inoculations. Replacées, après ces inoculations, dans une étuve à + 32°, les trois cultures primitives y reprennent la marche de leur développement, qui s'accomplit avec les caractères classiques, c'est-à-dire d'autant plus rapidement que le chauffage a été moins pro-

longé. Ce n'est donc pas sur ce point que j'ai à insister. Mais voici les curieux résultats donnés par une culture de deuxième génération, entreprise pour essayer l'activité prolifique des liquides chauffés dans le vide. Le lendemain de l'ensemencement, il n'y a pas trace de développement dans les matras, qui restent absolument clairs. Ce n'est que le surlendemain que l'évolution commence; quelques petits flocons grumeleux flottent dans le liquide du matras n° 1; le matras n° 2 présente aussi de ces flocons, mais encore plus petits et beaucoup plus rares; toujours rien dans le matras n° 3. Avec le temps, le développement marche dans les matras n°s 1 et 2, et les cultures qu'ils contiennent finissent par prendre les caractères communément observés dans les conditions ordinaires; mais une grande différence de richesse persiste entre elles. Quant à la troisième culture, elle reste décidément stérile.

» *Deuxième exemple.* — Choisi pour combler quelques lacunes du premier, ce deuxième exemple est fourni par une expérience préparée à peu près comme la précédente. Seulement la culture a été faite dans quatre matras, et la phase de prolifération n'a duré que dix-huit heures. Chaque matras étant doublé de sa pipette où le vide a été fait, un couple est gardé comme témoin, les autres sont chauffés une heure, deux heures, trois heures. Tous sont conservés à la température $+13°$ pendant trois jours pleins, avant de servir aux diverses opérations d'épreuve.

» Il résulte des examens microscopiques qui sont faits avant ces opérations : 1° que les liquides non chauffés ne contiennent que des filaments et des bâtonnets dont le protoplasme est presque absolument homogène; 2° que, dans les liquides chauffés en présence de l'air, ce protoplasme s'est ponctué de quelques spores rudimentaires, en nombre croissant avec la durée du chauffage; 3° que la même proportion croissante existe dans les liquides chauffés à l'abri de l'air, mais que, de plus, le nombre de ces corpuscules y est, d'une manière absolue, beaucoup plus considérable que dans les autres liquides. Les opérations d'épreuve consistent, comme dans le premier exemple, en inoculations et en cultures.

» Les inoculations sont faites sur huit cobayes, deux pour chaque catégorie de virus : n°s 1 et 2, virus non chauffé; n°s 3 et 4, virus chauffé une heure; n°s 5 et 6, virus chauffé deux heures; n°s 7 et 8, virus chauffé trois heures. Ce sont les n°s 4, 6, 8 qui reçoivent le virus chauffé dans le vide. De ces trois derniers sujets, aucun ne succombe et ne présente même le plus léger signe de maladie. Sur les cinq autres, il en meurt quatre : les n°s 1 et 2, inoculés avec virus non chauffé, resté à l'air ou conservé dans le

vide; le n° 3 ayant servi à éprouver le liquide chauffé une heure en présence de l'air; enfin le n° 5, qui a reçu le virus chauffé à l'air pendant deux heures; ce dernier succombe vingt-quatre heures environ après les autres, dont la mort arrive entre la quarante-deuxième et la cinquante-quatrième heure. Quant au dernier cobaye, n° 7, inoculé avec le liquide chauffé à l'air pendant trois heures, non seulement il échappe à la mort, mais il n'a été, en aucune manière, plus malade que les sujets inoculés avec les liquides chauffés dans le vide.

» D'un autre côté, l'épreuve par les cultures se fait sur trois séries : 1° cultures de première génération, dont le développement est remis en train; 2° cultures de seconde génération, ensemencées avec les filaments et bâtonnets des cultures primitives maintenues au contact de l'air; 3° cultures de seconde génération, dont la semence est fournie par les pipettes où le vide a été fait. Chaque série comprend quatre matras répondant chacun à un degré de chauffage de la matière germinative : zéro, une heure, deux heures, trois heures.

» Au bout de trois jours de séjour dans l'étuve à + 32°, les douze cultures, riches en filaments, bâtonnets et spores vigoureuses, se montrent toutes très troubles. Mais, avant de prendre cet aspect quasi uniforme, elles ont présenté des différences considérables du plus grand intérêt. En comparant entre elles, après la vingt-deuxième heure, les cultures de la même série, on constate, avec la plus grande netteté, que le développement est partout en raison inverse du chauffage préalable de la substance germinative. Ainsi le trouble, qui était parfaitement uniforme dans les matras de la culture primitive, présente maintenant une intensité croissante du n° 4 au n° 1. La même gradation s'observe dans les deux séries de culture de seconde génération : les matras n° 4 sont restés absolument transparents; c'est au n° 3 que le trouble commence à apparaître, et il va croissant dans les n°s 2 et 1. Mais il n'est pas égal dans les deux séries; le développement est en effet beaucoup moins avancé dans les n°s 2, 3, 4 de la dernière. Dans ce cas encore, la semence chauffée en dehors de la présence de l'air s'est donc montrée moins apte à proliférer et la constatation du fait a été rendue plus certaine par le résultat des cultures entreprises comparativement avec la même semence chauffée au contact de l'oxygène atmosphérique.

» Voici la conclusion qui s'impose : non seulement la présence de l'air n'intervient pas dans l'atténuation que le chauffage imprime au virus charbonneux, mais cette atténuation se fait beaucoup mieux en l'absence

qu'en la présence de l'oxygène. Privé de ce gaz, le virus oppose une résistance beaucoup moins grande à l'action atténuante de la chaleur.

» On sera peut-être tenté de trouver une contradiction entre ces résultats et ceux qui ont été si brillamment exploités par M. Pasteur pour l'institution de sa très solide méthode d'atténuation des virus par l'action de l'oxygène. Ce serait à tort. Les conditions des deux ordres d'expériences sont différentes; il eût été étonnant que les résultats en eussent été identiques. Ce qu'il faut retenir de ceux que j'ai obtenus, c'est que la méthode d'atténuation des virus par la chaleur a son individualité et son importance propres, avec lesquelles il faudra nécessairement compter. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur le lait bleu* (Ire Partie); par M. J. Reiset.

« Cette singulière altération, appelée vulgairement *lait bleu*, s'est déclarée, pour la première fois, sur les produits de ma laiterie dans le courant du mois d'août 1877 : j'étais absent, lorsque l'on m'apprit que des taches bleues, souvent très larges, envahissaient la surface du lait, conservé dans les terrines pour la préparation du beurre. On me faisait parvenir, en même temps, un échantillon du beurre obtenu avec cette crème bleue; quoique tout nouvellement battu, ce beurre avait une odeur butyrique forte et désagréable; sa couleur verdâtre le rendait encore plus repoussant.

» L'altération était donc très grave. Cependant, au moment de la traite, le lait de toutes les vaches avait sa couleur naturelle, il supportait parfaitement l'ébullition sans se coaguler, et conservait sa saveur ordinaire. En effet, les taches bleues ne se produisaient qu'à la surface de la crème, environ après trente-six heures de séjour à l'air.

» Me trouvant à Motteville, près d'Yvetot, dans une partie du pays de Caux, où la maladie du *lait bleu* règne assez fréquemment, je pris des informations, auprès de plusieurs cultivateurs, espérant trouver quelques conseils ou indications pratiques. Mais, à mon grand étonnement, on paraissait fort alarmé d'avoir à me répondre sur un sujet si délicat; on se contentait de me plaindre, en me faisant comprendre qu'un pareil malheur ne peut être conjuré que par ceux qui ont pouvoir de faire le mal. A les entendre, je devais me trouver sous le coup d'un *maléfice :* il fallait combattre. Je me mis donc à l'œuvre.

» Mon premier soin fut d'établir un service pour recueillir et examiner séparément les produits des sept vaches qui donnaient du lait. Ces vaches

étaient nourries en liberté, au pâturage, dans nos herbages plantés de pommiers; elles paraissaient toutes en très bon état et plutôt trop grasses. Leur rendement, en lait, était régulier; les analyses donnaient en moyenne pour 100 de lait : 13,15 de résidu sec, dont 4,24 de matières grasses. Les animaux semblaient être dans un état normal; cependant, j'avais plusieurs fois constaté que le lait présentait, toujours, une réaction très nettement *acide*.

» Du 25 août au 10 septembre, le produit des traites a été examiné séparément : en consultant le Tableau qui indique l'intensité des taches bleues observées, on trouve que le lait fourni par chacune des sept vaches a été, plus ou moins, envahi par la moisissure bleue; il n'y a pas lieu d'attribuer à l'un des animaux, plutôt qu'à l'autre, une sécrétion anormale ou pathologique.

» La moisissure bleue, à la surface de la crème, se présente sous les formes et les aspects les plus variés : souvent une bande bleue frangée, de $0^{m},010$ à $0^{m},020$ de largeur, se développe en cercle, contre les parois du vase, quelques taches isolées peuvent se trouver vers le centre; plus souvent encore, après quarante ou soixante heures de séjour à l'air, l'aspect de la crème serait assez bien figuré par la coupe d'un savon de Marseille fortement veiné de bleu, car la coloration bleue est aussi intense que celle de l'indigo ou du bleu de Prusse; parfois la crème apparaît comme saupoudrée avec une poussière d'indigo, à grains de grosseur diverse. Dans certains cas, les points bleus restent sans développement; parfois, au contraire, ces points se développent rapidement, de proche en proche, ils deviennent confluents : en quelques heures l'envahissement est complet et la pellicule bleue recouvre, alors, toute la surface de la crème.

» J'ai constaté que la pellicule bleue, mycodermique, pouvait facilement se reproduire par voie d'ensemencement. En voici un exemple : quelques parcelles de cette pellicule, d'un beau bleu, recueillies comme semence, furent délayées dans un demi-litre de lait placé au laboratoire dans un cristallisoir en verre. Après vingt heures, le mycoderme semé apparaissait déjà sous forme de taches bleues isolées; le développement faisait de rapides progrès d'heure en heure; enfin la surface de la crème était entièrement envahie, après vingt-cinq heures. Plusieurs récoltes successives pouvaient être ainsi obtenues en cultivant dans du lait la semence recueillie sur de nouveaux ensemencements; cependant il faut dire aussi que ces semences restaient parfois stériles : une moisissure blanche se développait

sur la crème, en même temps, ou plus rapidement, que la pellicule bleue qui se trouvait alors anéantie.

» On comprend que la reproduction facile du mycoderme doit prolonger l'altération survenue dans les produits d'une laiterie : souvent, faute d'indications précises, la pauvre fermière se voit pour longtemps obligée de renoncer à la fabrication et à la vente du beurre.

» J'avais pris en main l'exploitation de ma ferme, au mois d'octobre 1850, et, comme je l'ai indiqué sommairement, la maladie du lait bleu avait été observée, pour la première fois, sur les produits de la laiterie au mois d'octobre 1877; quelques taches bleues étaient, en effet, signalées dès le 11 de ce mois. La maladie, dans son intensité du 20 août au 7 novembre, se terminait heureusement le 15 novembre. Pendant cette période, nos Tableaux météorologiques indiquent plusieurs orages et une température généralement élevée.

» Aucune modification n'avait été apportée dans les dispositions de la laiterie depuis 1850; la nourriture des vaches au pâturage restait la même, et je dois faire remarquer que, pendant vingt-sept années, la moisissure bleue de la crème nous était restée inconnue.

» Le 28 juin 1878, nous avons eu à signaler une nouvelle apparition de la moisissure; mais tout était terminé le 22 juillet, après un traitement spécial du lait, dont j'aurai à parler.

» Le 15 juin 1879, j'observe encore quelques taches, restées d'ailleurs sans gravité; cependant on note une récidive les 2, 11 et 21 juillet de cette même année : plusieurs terrines (2 sur 13) présentent la pellicule bleue.

» Au mois d'août 1880, la fièvre aphteuse se déclarait sur les moutons et sur les vaches de la ferme : aucune tache bleue ne s'est développée sur le lait, pendant cette année.

» Enfin la dernière apparition du lait bleu avait lieu, d'une manière surprenante, le 21 juin 1881 : on avait coulé dans quatre terrines 28^{kgr} du lait recueilli, le 19 juin à midi; le 21 juin, à 6^h du matin, la surface de la crème dans ces terrines était complètement envahie par la pellicule bleue. Cependant, ce même jour, 19 juin, le lait obtenu dans la traite de 6^h du matin était resté irréprochable, aussi bien que le lait de la traite du soir. Ajoutons qu'un ensemencement du mycoderme, apparu si brusquement, est resté stérile et sans développement.

» Pendant la première période de la maladie, en août 1877, j'avais chaque jour, sous les yeux, vingt ou trente terrines de lait, plus ou moins,

gravement altéré : ce spectacle, fort intéressant, sans doute, pour l'observateur, ne laissait pas que d'avoir un côté assez pénible, pour le fermier et son personnel de service. Il fallait chercher sérieusement un remède au mal. Sur le conseil du vétérinaire, on avait saigné plusieurs vaches, trop grasses. Le sang fut trouvé très épais et manquant de sérosité. La réaction *acide* du lait m'apparut alors comme un symptôme pathologique, d'autant que le plus grand nombre des auteurs s'accordent à déclarer que *le lait de vache a toujours une réaction faiblement alcaline*. M'appuyant sur cette donnée, je résolus de faire subir à mes vaches un traitement, rafraîchissant et *alcalin:* chacune des sept vaches reçut donc journellement un breuvage contenant du sulfate et du bicarbonate de soude. Au bout d'une semaine, on dut interrompre ce traitement; les vaches devenaient furieuses au moment où on leur administrait, de force, le breuvage ; en outre, la moisissure bleue se développait sur la crème, avec plus d'intensité que jamais.

» A partir de ce moment, je laissai les pauvres bêtes en repos et je fis quelques essais pour traiter directement le lait. Voici le procédé qui a donné les meilleurs résultats :

» J'ajoutais au lait, au moment même où il était coulé dans les terrines, après la traite, une proportion bien déterminée d'acide acétique, préparé au centième; pour 10^{lit} de lait, on employait 500^{cc} de cet acide : soit $0^{gr},500$ acide acétique cristallisable, par litre de lait. Cette proportion d'acide ne coagule pas ordinairement le lait; la *montée* de la matière grasse paraît particulièrement facilitée et le beurre obtenu conserve tout son arome.

» Sous l'influence du traitement acide, la moisissure bleue a disparu comme par enchantement: tandis que le lait, non soumis au traitement et conservé pour un examen comparatif, continuait à présenter des taches bleues, sur la crème. L'expérience paraît concluante.

» Je termine donc en divulguant mon secret pour conjurer le *maléfice :*

» 1° Exiger que tous les vases qui doivent contenir du lait à écrémer soient plongés, pendant cinq minutes au moins, dans l'eau *bouillante;* défendre l'emploi de brosses ou linges, dont la propreté est presque toujours douteuse ;

» 2° En cas d'invasion grave et persistante, traiter le lait par l'acide acétique, au centième, comme je viens de l'indiquer, en employant la dose de $0^{gr},500$ d'acide cristallisable par litre de lait.

» J'exposerai dans une deuxième Partie les résultats fournis par l'examen microscopique de la pellicule mycodermique et de son organisme ; je reviendrai aussi, avec quelques détails, sur la véritable réaction du lait, dans son état naturel. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant à l'Académie un nouveau Volume qu'il vient de publier en collaboration avec M. *F. Geraldy*, sous le titre de « L'électricité comme force motrice », fait sommairement l'historique des différentes phases par lesquelles ont passé les moteurs électriques depuis 1834, époque des premières expériences de M. Jacobi sur cette question, jusqu'aux expériences si curieuses faites l'année dernière à Munich par M. Marcel Deprez. Il montre qu'on peut les résumer en deux phases bien distinctes : l'une pendant laquelle la force motrice était demandée à une série d'actions électromagnétiques alternativement créées et interrompues, qui pouvaient, par des combinaisons mécaniques, donner lieu à un mouvement circulaire continu ; l'autre, qui eut pour point de départ le principe de la réversibilité des machines d'induction à courants continus. Les premiers moteurs électriques ne purent fournir que des forces extrêmement minimes, parce que les actions électromagnétiques sur lesquelles elles étaient fondées ne pouvaient jamais se développer complètement, en raison de la lenteur relative de la production des effets magnétiques, et qu'il se produisait, par suite des interruptions de l'action électrique, des réactions contraires qui annulaient en partie les effets produits. Les moteurs fondés sur le principe de la réversibilité étaient dans de bien meilleures conditions, et c'est seulement alors qu'on put obtenir de véritables forces et produire les effets remarquables qui, depuis quelques années, occupent le monde savant et ont amené les chemins de fer électriques, le transport de la force à grande distance, etc. Ces deux grandes phases de l'histoire des moteurs électriques ont naturellement entraîné la division du nouveau livre de M. du Moncel en deux parties, dans lesquelles sont décrites les principales machines imaginées depuis 1834, et les diverses expériences et applications qui en ont été faites à diverses époques, surtout celles qui, dans ces derniers temps, ont attiré l'attention publique.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part des traducteurs, M. *Charles Rabot* et M. *Lallemand*, ingénieur des Mines, du I[er] Volume de la traduction du suédois en français du « Voyage de la Vega autour de l'Asie et de l'Europe », par M. *Nordenskiöld*.

« Les résultats scientifiques de cette mémorable entreprise sont nombreux et variés. Sur bien des points les explorateurs suédois ont rectifié le tracé des côtes de la Sibérie. Les courants marins, la météorologie, le magnétisme terrestre ont été l'objet d'observations pleines d'intérêt, ainsi que la flore et la faune de ces contrées encore peu connues. Pendant son hiver-

nage, l'expédition a aussi recueilli des données ethnographiques précieuses sur les Tschuktschis, peuple dont le genre de vie paraît rappeler par certains traits celui des populations de l'âge de pierre.

» Le tableau imprévu que M. Nordenskiöld trace de la Sibérie mérite toute l'attention. Il la compare à l'Amérique du Nord au delà du 40e degré de latitude, sous le rapport de l'étendue, du climat, de la fertilité et de l'aptitude à nourrir une nombreuse population.

» Au sud d'une zone formée de plaines nues, où seuls des chasseurs, des pêcheurs, des pasteurs de rennes peuvent vivre, s'étend une immense région forestière ([1]). Plus au sud, se trouvent, en Sibérie comme en Amérique, de vastes espaces très fertiles; le sol, analogue en certains endroits aux *tschernosem* (terres noires) de la Russie, donne aux laboureurs de superbes moissons, en récompense du plus petit travail. Malgré ces avantages, ces contrées, où des millions d'habitants pourraient vivre sans difficulté, n'ont qu'une population très clairsemée. Toutefois, entre l'Amérique et la Sibérie, il existe une différence importante. Tandis que les produits agricoles de l'Amérique trouvent un débouché facile dans les ports de l'Atlantique ou du Pacifique, la partie la plus fertile de la Sibérie, les bassins supérieurs de l'Obi, de l'Irtisch et de l'Iénisséi, est au contraire séparée de l'Océan par de vastes espaces. En outre, tous les grands fleuves coulent vers le Nord et débouchent dans une mer qui, jusque dans ces derniers temps, a été considérée comme impraticable.

» En parcourant cet Ouvrage, « on ne trouvera pas, dit l'auteur, comme » beaucoup de lecteurs s'y attendent peut-être, le récit de nombreuses péri» péties ou de catastrophes ». Si tout accident a été évité, on peut en partie en attribuer le mérite à la sûreté des judicieuses prévisions de M. Nordenskiöld qui avait étudié d'une manière approfondie tous les documents antérieurs. On s'en convaincra en lisant le remarquable Rapport placé en tête du Volume, que l'intrépide voyageur présenta en juillet 1877, c'est-à-dire un an avant son départ. D'ailleurs on sait quelle part l'habile commandant du navire, le lieutenant Palander, a eue dans le succès de l'entreprise.

» Mais les difficultés apparaissent quand on se reporte à l'érudit exposé des voyages précédents, exécutés pendant trois siècles, que M. Nordenskiöld a tracés. Des Cartes anciennes, exécutées en 1482, en 1532, en 1567, montrent combien la Carte dressée par Barents en 1598, à la suite de son

([1]) Ces régions sont également analogues aux parties de la Suède et de la Finlande situées au-dessus du 60e ou 61e degré de latitude.

troisième voyage, et la carte russe de l'océan Glacial publiée en 1612 ont jeté de lumières sur ce sujet.

» Les *fac-simile* de ces diverses Cartes, qui sont annexés au Volume, sont suivis d'une série de Cartes exécutées à la suite du voyage de *la Vega*, par G. Bove, ainsi que la Carte de l'ancien continent, de la Norwège au détroit de Bering, par M. Selander, capitaine d'état-major suédois.

» Cette publication peut être considérée comme classique dans la littérature des voyages arctiques. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Bouquet de la Grye** donne lecture d'un Rapport concernant les détails d'installation de la Mission qu'il a dirigée, pour l'observation du passage de Vénus, à Puebla (Mexique), et indique les principaux résultats obtenus.

Ce Rapport sera publié ultérieurement, avec ceux des autres Missions.

M. le **Président** adresse, à M. Bouquet de la Grye et à ses Collaborateurs, les remerciements et les félicitations de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Walker**, M. **C. Adametz** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Réduction à la forme canonique des équations d'équilibre d'un fil flexible et inextensible.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Quoique l'on ait signalé depuis longtemps les nombreuses analogies qu'il y a entre les équations d'équilibre d'un fil et les équations du mou-

vement d'un point (¹), on n'a pas encore, à ma connaissance, ramené ces équations d'équilibre à une forme canonique permettant l'application des théorèmes de Jacobi.

» I. Considérons d'abord un fil flexible et inextensible entièrement libre dont l'élément de longueur ds est sollicité par la force $F\,ds$, ayant pour projections sur les axes coordonnés supposés rectangulaires $X\,ds$, $Y\,ds$, $Z\,ds$, où X, Y, Z sont des fonctions des seules coordonnées x, y, z du point d'application; admettons, de plus, qu'il existe une fonction des forces U, c'est-à-dire que

$$dU = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz.$$

Si l'on désigne par T la tension, les équations d'équilibre sont

$$(1)\qquad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dx}{ds}\right) + X = 0,\quad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dy}{ds}\right) + Y = 0,\quad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dz}{ds}\right) + Z = 0;$$

d'où l'on déduit

$$(2)\qquad dT + dU = 0,\quad T = -(U + h),$$

h étant une constante arbitraire.

» Introduisons dans les équations (1) une variable indépendante auxiliaire σ liée à s par la relation

$$\frac{ds}{d\sigma} = T;$$

ces équations deviennent

$$\frac{d^2x}{d\sigma^2} + TX = 0,\quad \frac{d^2y}{d\sigma^2} + TY = 0,\quad \frac{d^2z}{d\sigma^2} + TZ = 0,$$

ou, en faisant $V = \frac{1}{2}(U + h)^2$,

$$(3)\qquad \frac{d^2x}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial x},\quad \frac{d^2y}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial y},\quad \frac{d^2z}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial z},$$

équations analogues à celles du mouvement d'un point. Nous pouvons maintenant appliquer à ces équations les théorèmes de Jacobi. Pour cela, considérons l'équation aux dérivées partielles

$$(4)\qquad \left(\frac{\partial\Theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Theta}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Theta}{\partial z}\right)^2 = (U + h)^2,$$

(¹) *Voir* un Mémoire de M. O. Bonnet, *Journal de Mathématiques*, t. IX, et l'Ouvrage de M. P. Serret, *Théorie géométrique et mécanique des lignes à double courbure*.

et supposons que l'on ait trouvé une intégrale

$$\Theta(x, y, z, \alpha, \beta, h)$$

de cette équation, avec deux constantes arbitraires α et β distinctes de h et de la constante additive que l'on peut toujours ajouter à Θ; les équations de la courbe d'équilibre sont alors

$$(5) \qquad \frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha', \quad \frac{\partial\Theta}{\partial\beta} = \beta',$$

α' et β' étant deux nouvelles constantes.

» II. Plus généralement, imaginons que l'on emploie un système de coordonnées quelconques q_1, q_2, q_3 liées à x, y, z par les équations

$$(6) \qquad x = f(q_1, q_2, q_3), \quad y = \varphi(q_1, q_2, q_3), \quad z = \psi(q_1, q_2, q_3).$$

» Désignons par $x', y', z', q'_1, q'_2, q'_3$ les dérivées de x, y, z, q_1, q_2, q_3 par rapport à σ; l'expression

$$P = \tfrac{1}{2}(x'^2 + y'^2 + z'^2)$$

sera une fonction de $q_1, q_2, q_3, q'_1, q'_2, q'_3$, et, en posant

$$p_1 = \frac{\partial P}{\partial q'_1}, \quad p_2 = \frac{\partial P}{\partial q'_2}, \quad p_3 = \frac{\partial P}{\partial q'_3},$$

on pourra exprimer P en fonction de $q_1, q_2, q_3, p_1, p_2, p_3$. Enfin, on formera la fonction

$$H(q_1, q_2, q_3; p_1, p_2, p_3) = P - \tfrac{1}{2}(U + h)^2,$$

et les équations d'équilibre seront ramenées à la forme canonique

$$(7) \qquad \frac{dq_i}{d\sigma} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{d\sigma} = -\frac{\partial H}{\partial q_i}, \quad (i = 1, 2, 3).$$

» Mais, pour obtenir les équations de la courbe d'équilibre, il est inutile d'avoir les intégrales *générales* [1] de ces équations (7); il suffit, comme précédemment, de considérer l'équation

$$(8) \qquad H\left(q_1, q_2, q_3; \frac{\partial\Theta}{\partial q_1}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_2}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_3}\right) = 0$$

---

[1] En effet, les équations (7) donnent l'intégrale première $H = C$; mais, en vertu de la valeur (2) de T, il faut attribuer à cette constante C la valeur particulière 0.

et de trouver une intégrale $\Theta(q_1, q_2, q_3, \alpha, \beta, h)$ de cette équation avec deux constantes arbitraires α et β; les équations de la courbe d'équilibre seront alors

$$(9) \qquad \frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha', \quad \frac{\partial\Theta}{\partial\beta} = \beta'.$$

» III. Supposons enfin que l'on ait à chercher la position d'équilibre d'un fil sollicité par la même force F et assujetti à rester sur une surface donnée. Les coordonnées d'un point de cette surface étant supposées exprimées en fonction de deux paramètres q_1 et q_2, on formera la fonction

$$P = \tfrac{1}{2}(x'^2 + y'^2 + z'^2)$$

et on l'exprimera au moyen des paramètres q_1, q_2 et des nouvelles variables p_1, p_2 définies par les équations

$$p_1 = \frac{\partial P}{\partial q'_1}, \quad p_2 = \frac{\partial P}{\partial q'_2}.$$

» Si alors on désigne par $H(q_1, q_2; p_1, p_2)$ la fonction $P - \frac{1}{2}(U + h)^2$ et si l'on considère l'équation aux dérivées partielles

$$H\left(q_1, q_2; \frac{\partial\Theta}{\partial q_1}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_2}\right) = 0,$$

il suffira de trouver une intégrale $\Theta(q_1, q_2, \alpha, h)$ de cette équation avec une constante arbitraire α, et l'équation de la courbe d'équilibre sera

$$\frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha',$$

α' étant une nouvelle constante arbitraire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes des équations linéaires.* Note de M. H. Poincaré, présentée par M. Hermite.

« La détermination complète du groupe d'une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels est l'un des problèmes les plus importants que l'on rencontre dans la théorie de ces équations. M. Fuchs a donné, dans le Tome 75 du *Journal de Crelle*, un moyen de calculer les coefficients de ce groupe avec une approximation indéfinie; mais il y a beaucoup d'autres moyens d'arriver au même résultat.

» Je considère en particulier l'équation suivante :

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\sum_{i1}^{n} \frac{A_i}{(x-a_i)^2} + \sum_{i1}^{n} \frac{B_i}{x-a_i}\right],$$

en supposant

$$\Sigma B_i = 0.$$

» Ce que je vais dire s'appliquerait d'ailleurs à une équation linéaire quelconque, et je n'ai envisagé l'équation (1) que pour fixer les idées.

» Soient y_1 et y_2 deux intégrales de l'équation (1) définies par les conditions suivantes : pour $x = 0$, y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ se réduisent respectivement à

$$1,\ 0,\ 0 \text{ et } 1.$$

» Si l'on considère un instant x et les a_i comme des constantes, les A_i et les B_i comme variables, il est aisé de voir que y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ sont des fonctions *entières* des A_i et des B_i, et peuvent être développées suivant les puissances croissantes de ces quantités en séries *toujours* convergentes.

» Supposons maintenant que l'on fasse décrire à x un contour fermé quelconque C en partant du point 0 et y revenant; soient z_1, z_2, t_1 et t_2 les valeurs finales de y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ seront des fonctions entières des A et des B. Quand on fera décrire à x le contour envisagé, y_1 et y_2 se changeront respectivement en

$$z_1 y_1 + t_1 y_2,$$
$$z_2 y_1 + t_2 y_2.$$

» Soient S_1 et S_2 les racines de l'équation en S,

$$(z_1 - S)(t_2 - S) - z_2 t_1 = 0.$$

» Si l'on connaissait, pour tous les contours possibles, les valeurs de S_1 et de S_2, le groupe cherché serait entièrement déterminé. Or on a constamment

$$S_1 S_2 = z_1 t_2 - z_2 t_1 = 1.$$

» Il reste à déterminer

$$S_1 + S_2 = z_1 + t_2.$$

» La valeur de $z_1 + t_2$ s'obtient immédiatement quand le contour C n'enveloppe qu'un point singulier ou les enveloppe tous. Il reste à étudier le

cas où ce contour enveloppe plusieurs points singuliers sans les envelopper tous. Dans ce cas, $z_1 + t_2$ s'exprime par une série ordonnée suivant les puissances des A_i et des B_i, et les coefficients sont des sommes de termes que l'on peut former comme il suit :

» Posons

$$\Lambda(x, \alpha_1) = \log\left(1 - \frac{x}{\alpha_i}\right),$$

$$\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2) = \int_0^x \frac{\Lambda(x, \alpha_1)}{x - \alpha_1}\, dx,$$

$$\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = \int_0^x \frac{\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2)}{x - \alpha_3}\, dx,$$

....

Soit enfin $\Lambda(C, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$ l'intégrale

$$\int \frac{\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{p-1})}{x - \alpha_p}\, dx,$$

prise le long du contour C. Les coefficients de notre série seront des sommes de termes de la forme $\Lambda(C, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$, les $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ étant, dans un certain ordre, les points singuliers $a_1, a_2, \ldots, a_n$, chacun de ces derniers pouvant être répété un certain nombre de fois dans la série des α. Ces coefficients peuvent donc être calculés par quadratures.

» 2. Voici un autre moyen de former le groupe de l'équation (1). Soient a_1 et a_2 deux points singuliers, et C_1 et C_2 deux cercles ayant pour centres a_1 et a_2, ne contenant aucun autre point singulier et ayant une partie commune P. Soient λ_1 et μ_1, λ_2 et μ_2 les racines des équations déterminantes relatives à a_1 et à a_2. L'équation (1) admettra quatre intégrales :

$$(2) \qquad \begin{cases} y_1 = (x - a_1)^{\lambda_1} \varphi_1(x - a_1), & y_2 = (x - a_1)^{\mu_1} \psi_1(x - a_1), \\ y_3 = (x - a_2)^{\lambda_2} \varphi_2(x - a_2), & y_4 = (x - a_2)^{\mu_2} \psi_2(x - a_2), \end{cases}$$

où les φ et les ψ sont des séries ordonnées suivant les puissances de $x - a_1$ et de $x - a_2$, et convergentes toutes quatre à l'intérieur de P. On aura d'ailleurs

$$(3) \qquad \begin{cases} y_1 = \alpha y_3 + \beta y_4, & \dfrac{dy_1}{dx} = \alpha \dfrac{dy_3}{dx} + \beta \dfrac{dy_4}{dx}, \\ y_2 = \gamma y_3 + \delta y_4, & \dfrac{dy_2}{dx} = \gamma \dfrac{dy_3}{dx} + \delta \dfrac{dy_4}{dx}. \end{cases}$$

» Si l'on pouvait déterminer les valeurs de α, β, γ, δ pour toutes les combinaisons deux à deux des points singuliers, le groupe cherché serait

complètement déterminé; mais, avec les suppositions que nous avons faites sur les cercles C_1 et C_2, on peut substituer, dans les équations (3), les valeurs des y données par les équations (2), en donnant à x une valeur fixe x_0 située à l'intérieur de P. On a ainsi α, β, γ, δ sous forme de séries ordonnées suivant les puissances des A, des B, de $x_0 - a_1$ et de $x_0 - a_2$.

» Dans une prochaine Note, je montrerai, si l'Académie veut bien le permettre, comment on peut toujours ramener le problème au cas où l'on peut tracer deux cercles C_1 et C_2 satisfaisant aux conditions énoncées plus haut. Je montrerai également comment les résultats précédents peuvent s'étendre au cas des intégrales irrégulières et le lien intime qu'il y a entre ce dernier cas et divers problèmes de Mécanique céleste. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la composition des périodes des fractions continues périodiques;* par M. E. DE JONQUIÈRES [1].

« I. Lorsque le rapport $\frac{2a}{d}$ a pour valeur un nombre fractionnaire $\frac{p}{q}(p>q)$, la famille de nombres, dont l'étude se présente d'abord, est celle que définit la formule

$$E = \overline{an}^2 + 4n,$$

où $q=2$, n prenant successivement toutes les valeurs entières depuis l'unité jusqu'à l'infini, tandis que a, nécessairement impair, reçoit pour chacun des groupes, en nombre infini, dont la famille se compose, une valeur qui particularise et détermine le groupe.

» Cette famille se subdivise, selon que n est pair ou impair, en deux branches, où les périodes suivent, respectivement, les lois suivantes :

» THÉORÈME VII. — *Si n est pair, la période a huit termes, savoir :*

$$\left[\left(\frac{a-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{an}{2}-1\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{a-1}{2}\right),\ 2an\right].$$

» THÉORÈME VIII. — *Si n est impair, la période a dix termes, savoir :*

$$\left[\left(\frac{a-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{an-1}{2}\right),\ 2a,\ \left(\frac{an-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{a-1}{2}\right),\ 2an\right].$$

---

[1] Voir les *Comptes rendus* de la séance du 26 février 1883, p. 568. A la page 570, ligne 1, *il faut lire :* $\overline{(a+1)}^2 - 2$, *au lieu de :* $a^2 - 2$.

Le cas de $n = 1$ fait seul exception, parce qu'il rentre dans le théorème V; la période se compose alors de cinq termes seulement.

» II. L'essence des nombres et la nature de l'opération dont il s'agit n'admettent pas des lois aussi générales et remarquables, dans le cas où le dénominateur q du nombre fractionnaire *irréductible* $\frac{p}{q}$ a une valeur autre que 2.

» En premier lieu, pour que les périodes conservent alors quelque caractère commun, a doit y recevoir, comme q, des valeurs particulières. En second lieu, dans chacun des groupes ainsi déterminés, l'influence de la valeur du rapport $\frac{2a}{d}$ ne s'y fait plus sentir par l'uniformité de la longueur et de la composition de la période. Toutefois les périodes de chaque groupe ainsi défini n'ont pas non plus une indépendance mutuelle absolue. La valeur de $\frac{2a}{d}$ y imprime le même caractère d'uniformité à un certain nombre (variable d'un groupe à l'autre, mais constant dans chaque groupe) des premiers et par conséquent aussi des derniers termes des périodes. Ces lois peuvent se formuler ainsi :

» Théorème IX. — *Si l'on a* $q > 2$, *tous les nombres composant la famille* $E = \overline{an}^2 + dn$ $\left(\text{où } \frac{2a}{d} = \frac{p}{q}\right)$ *ont des périodes dont la longueur et la composition varient généralement avec la valeur attribuée à* n, *bien que* a *et* d *demeurent constants. Mais, sauf des exceptions peu nombreuses, faciles à déterminer* a priori *et relatives à quelques valeurs* consécutives *de* n *à partir de* 1, *le premier terme de la période et plusieurs de ceux qui le suivent immédiatement sont communs aux périodes de tous les nombres de la famille, quel que soit* n. *Ces mêmes termes se reproduisent dans l'ordre inverse à la fin de la période.*

» Théorème X. — *Les choses restant les mêmes qu'au théorème IX, si* n *satisfait à la condition* $n = 1 + k.d^{2i}$ (k et i prenant toutes les valeurs entières de 1 à l'∞), *tous les nombres correspondants, sans exception, forment dans la famille un groupe dérivé, dont tous les individus ont en commun, à leurs périodes respectives, une nouvelle suite de termes consécutifs de plus que ceux mentionnés au théorème IX, et consécutifs à ceux-là. La valeur numérique du premier de ces termes supplémentaires est toujours et invariablement* $2akd^{2(i-1)} - 1$. *Ces termes supplémentaires se reproduisent, dans l'ordre inverse, à la fin de la période, et parmi eux apparaissent successivement, et par intervalles, les nombres* $2akd^{2(i-2)} - 1, \ldots 2akd^{2(i-i)} - 1$ ou $2ak - 1$.

» Par exemple, dans la famille $E = \overline{2n}^2 + 3n$, tous les nombres, dès

qu'on a $n > 1$, ont en commun les trois termes 1, 2, 1 au commencement de la partie ascendante de leurs périodes, et les mêmes termes à la fin de la partie descendante, et tous ceux d'entre eux qui satisfont à la congruence $n \equiv 1$ (mod. 3^6) ont en outre en commun, et à la suite des premiers, les dix termes $(324k - 1)$, 1, 6, 5, $(36k - 1)$, 1, 6, 1, 9, 4.

» Dans la famille $E = \overline{9n}^2 + 13n$, tous les nombres, dès que $n > 3$, ont en commun, au commencement de leurs périodes ainsi qu'à la fin, les quatre termes 1, 2, 1, 1. Dès que $n > 12$, ils en ont un de plus qui est 2, et enfin si $n \equiv 1 \left(\text{mod. } \overline{13}^2\right)$, apparaissent les termes supplémentaires, $(18k - 1)$, 1, 2, 1, 1, etc.

» III. On a des théorèmes généraux, du même genre que les précédents, dans la famille de nombres représentée par la formule $E = \overline{bn}^2 - en$. Les théorèmes II et VI en ont offert les cas les plus simples. Il y en a d'autres; mais je dois me borner ici à les mentionner.

» IV. En résumé, si l'on considère la multitude des nombres entiers, il y en a une infinité, et même une infinité de groupes, où les périodes sont soumises à des lois absolues. Quant aux autres, si leurs périodes sont moins disciplinées, l'indépendance individuelle est néanmoins loin d'y être complète; on y retrouve encore des éléments plus ou moins nombreux de subordination parmi les périodes de ces nombres, classés par groupes. C'est dans ce sens qu'on doit interpréter la réflexion de Lagrange, citée au début de ma dernière Communication [1], et ce sont précisément les limites qu'elle comporte que je me suis proposé de faire connaître.

» V. J'aurais à dire encore ce qui a servi de base à mes investigations dans ce champ mystérieux et en apparence si confus, et notamment à quelle cause est due l'influence prépondérante, sinon exclusive, de la valeur numérique du rapport $\frac{2a}{d}$ sur la longueur et la composition des périodes, puis à montrer comment la même méthode s'étend aux racines des équations du second degré à coefficients rationnels; mais l'espace me contraint de différer ces nouveaux détails, que l'on trouvera ailleurs. »

---

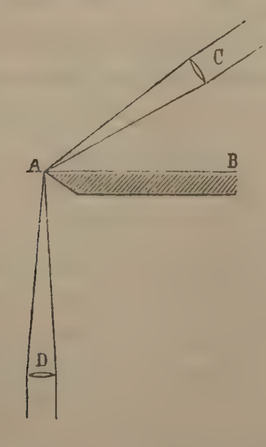
[1] *Voir* les Additions aux *Éléments d'Algèbre d'Euler*, édition de l'an III, p. 495.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière diffractée*. Note de M. Gouy, présentée par M. Desains.

« Cette question présente, comme on sait, un grand intérêt au point de vue de la théorie de la lumière, et a donné lieu aux recherches de plusieurs physiciens. Ces expériences, faites avec des réseaux, ont donné des résultats complexes et souvent contradictoires, la réflexion et la réfraction agissant en même temps que la diffraction dans ces appareils, d'une manière difficile à analyser.

» On pouvait penser que le problème se présenterait dans des conditions plus favorables, si l'on étudiait simplement la lumière diffractée par le bord rectiligne d'un seul écran opaque, indéfini dans les autres sens; mais la méthode classique, qui consiste à examiner le phénomène dans un plan éloigné de l'écran, ne donne plus rien de sensible, dès qu'on s'éloigne un peu du bord de l'ombre géométrique. L'examen des formules de diffraction m'a conduit à une autre méthode, bien plus avantageuse à ce point de vue, et qui consiste à étudier la lumière diffractée au bord même de l'écran, au moyen d'une loupe ou d'un microscope. Cette méthode a réussi au delà de mes prévisions; elle permet de suivre la lumière diffractée jusque dans une direction presque perpendiculaire aux rayons incidents, en conservant une intensité lumineuse plus que suffisante.

» L'expérience est ainsi disposée pour étudier la lumière diffractée du



côté de l'ombre géométrique : un objectif C projette une image A de la source lumineuse sur le bord d'un écran opaque AB. Dans l'ombre de

l'écran on place un microscope à faible grossissement dont l'objectif D, à long foyer et à petite ouverture angulaire, est mis au point sur le bord de l'écran. Ce bord est rectiligne et perpendiculaire au plan CAD.

» Dans ces conditions, le bord de l'écran se montre dessiné, sur la longueur qu'occupe l'image de la source lumineuse, par un filet de lumière qui se détache vivement sur le fond obscur du champ du microscope. Ce trait brillant est bien régulier, si le bord de l'écran a été travaillé avec soin; avec un grossissement convenable, il prend une épaisseur sensible, et se montre accompagné de quelques franges très fines. Son éclat est d'autant plus petit que l'angle dont se trouvent déviés les rayons reçus dans le microscope (angle de diffraction) est plus voisin de 90°. Avec une lampe ordinaire, on peut déjà bien voir le phénomène jusque vers 60°; avec la lumière Drummond, et mieux encore avec le Soleil, l'expérience est très brillante et peut être poussée jusque vers 90°.

» Ce filet de lumière, d'après la disposition même de l'appareil, est évidemment formé par la diffraction sans aucun mélange de lumière réfléchie, pourvu toutefois qu'on enlève avec soin les poussières atmosphériques qui viendraient s'arrêter au bord de l'écran.

» Cette expérience fort simple exige pourtant quelques soins relativement au bord de l'écran. On peut faire usage d'un instrument tranchant, tel qu'un rasoir très bien affilé; j'ai aussi employé d'autres écrans en divers métaux, dont l'angle était moins aigu ou même presque droit. Mais cet angle, examiné sous un grossissement de 100 diamètres, doit paraître net et vif, sans dentelures et sans épaisseur sensible : dès que l'angle est un peu arrondi, toute lumière disparaît.

» Cette méthode se prête aisément à l'étude de la polarisation de la lumière diffractée. Si la lumière incidente est naturelle, la lumière diffractée est polarisée, très fortement si l'angle de diffraction dépasse 50°, et toujours dans un plan parallèle au bord de l'écran, c'est-à-dire *perpendiculairement au plan de diffraction*. Si la lumière incidente est polarisée rectilignement, la lumière diffractée l'est aussi, ou a très peu près, mais *dans un plan faisant un angle plus grand avec le plan de diffraction*. Voici, par exemple, des expériences faites avec la lumière Drummond et un écran en acier. Les angles de diffraction étant successivement 10°, 30°, 45° et 60°, il a fallu, pour que l'angle du plan de polarisation des rayons diffractés avec le plan de diffraction fût toujours égal à 45°, que les angles correspondants pour les rayons incidents fussent respectivement 37°, 24°, 18°, 11°. La substance de l'écran paraît avoir une certaine influence, remarquable surtout avec les métaux colorés.

» Ce qui précède se rapporte à la lumière diffractée du côté de l'ombre de l'écran. Si l'on étudie de même la lumière diffractée du côté opposé, on constate des phénomènes de polarisation tout contraires. Ainsi, la lumière incidente étant naturelle, le filet lumineux est polarisé *dans le plan de diffraction*. Si l'angle de diffraction est un peu grand, cette polarisation est presque complète, et se distingue par là de celle que produirait une simple réflexion métallique. Ainsi *le même bord produit deux genres complémentaires de diffraction*, fait remarquable que ne pouvaient montrer les réseaux, et que n'avait prévu aucune théorie.

» Je me propose de faire une étude détaillée de ces divers phénomènes dans des conditions variées et dans divers milieux transparents. »

OPTIQUE. — *Sur les indices de réfraction des gaz à des pressions élevées.* Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. Debray.

« On n'a pas jusqu'ici vérifié, à des pressions élevées, la constance du pouvoir réfringent des gaz, admise par Biot et Arago après des expériences dans lesquelles la variation de pression ne dépassait pas 1^{atm}.

» Depuis cette époque, les problèmes posés par Arago, sur les indices des gaz, ont été l'objet de travaux importants; mais les physiciens qui se sont occupés de ces questions se sont placés surtout au point de vue de l'Astronomie, et leur but a été de fournir les données indispensables au calcul de la réfraction atmosphérique : leurs expériences sont donc restées dans les limites des pressions atmosphériques.

» Les remarquables travaux d'Andrews sur la liquéfaction de l'acide carbonique ont conduit ce savant expérimentateur à l'observation de phénomènes intéressants qui se produisent dans la masse gazeuse au moment de son changement d'état. Les apparences bien connues qu'il a décrites ne peuvent être dues qu'à des variations dans l'indice du gaz. De plus, la disparition du ménisque à la température qu'on a appelée *température critique* prouve qu'à ce moment il n'y a plus, pour le corps soumis à l'expérience, qu'un indice de réfraction, au lieu qu'à des températures inférieures il y a à distinguer l'indice du liquide et l'indice du gaz.

» Ces faits nous ont paru donner quelque intérêt à une étude des indices des gaz à des pressions élevées.

» Après différentes tentatives, la méthode interférentielle employée par M. Jamin, et décrite dans les Mémoires classiques de ce savant sur la variation des indices de l'air, de l'eau et de la vapeur d'eau, s'est imposée à

notre choix comme étant la plus précise; mais elle nous laissait en présence d'une difficulté qu'elle n'avait pas eue à surmonter : les appareils employés dans les précédentes expériences n'avaient à supporter que des pressions au plus égales à la pression atmosphérique; nous voulions, au contraire, aller jusqu'à 60^{atm} ou 70^{atm}. Nous avons résolu la question en faisant usage d'un appareil déjà décrit et employé par l'un de nous ([1]), et qu'il a suffi de modifier dans certains détails pour le rendre propre au genre d'expériences que nous voulions tenter.

» Cet appareil, construit par M. Golaz, permet de comprimer le gaz à étudier dans une cavité prismatique, percée à l'intérieur d'un bloc d'acier de $0^{m},20$ de long et fermée à chacune de ses extrémités par une glace de $0^{m},01$ d'épaisseur, solidement maintenue. L'un des faisceaux interférents fournis par un premier miroir de M. Jamin traverse cette cavité; l'autre suit, dans l'air libre, un chemin parallèle à une distance de $0^{m},01$; on a interposé, sur le trajet de ce deuxième faisceau, deux glaces identiques aux premières. Les deux faisceaux traversent ensuite un compensateur, et sont reçus sur le deuxième miroir où ils interfèrent; les franges sont observées horizontales et pointées dans une lunette munie d'un réticule.

» Dans une première série d'expériences, nous avons pu suivre la frange centrale (lumière blanche) jusqu'à 65^{atm}. Désirant nous réserver le temps nécessaire pour faire ces mesures avec tout le soin qu'elles exigent, nous donnerons seulement aujourd'hui, pour prendre date, le résultat de mesures faites entre 24^{atm} et 36^{atm}. On trouve, dans la troisième colonne du Tableau ci-joint, le nombre des franges (λ jaune du sodium) qui passent sous le réticule de la lunette pour une variation de pression donnée par la différence des nombres inscrits dans les première et deuxième colonnes.

Pression		Nombre	
initiale.	finale.	des franges.	*n*.
atm	atm		
24,5	28,5	335	0,550
28,5	32,5	311	0,510
32,5	36,5	338	0,555

Température : 22°.

» Nous avons calculé le nombre *n* des franges qui passeraient sous le réticule, pour une variation de pression de 1^{mm} de mercure dans un tube

---

([1]) J. Chappuis, *Étude spectroscopique sur l'ozone* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. XI; avril 1882).

de 1^m de longueur; les résultats de ce calcul sont indiqués dans la quatrième colonne.

» Les pressions étaient évaluées à l'aide d'un manomètre métallique dont le peu de précision ne permettait malheureusement pas d'obtenir des résultats plus réguliers. Malgré cela, les nombres inscrits dans la quatrième colonne diffèrent peu du nombre 0,556, que l'on calcule en adoptant pour l'indice de l'air à 22° la valeur 0,000 271, trouvée par M. Jamin à la pression atmosphérique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production de quelques stannates cristallisés.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« Les stannates de potasse et de soude se présentent sous la forme de cristaux bien nets; mais il n'en est pas de même des stannates métalliques, que l'on connaît seulement sous l'aspect de précipités amorphes, obtenus par double décomposition; on peut cependant faire cristalliser un certain nombre de ces sels.

» *Stannate de chaux.* — Une solution de stannate de potasse, versée dans un excès de chlorure de calcium, donne un précipité blanc gélatineux, qui, à la température de 100°, diminue de volume et se change en petits cristaux très nets, transparents, incolores, d'apparence cubique, répondant à la formule $SnO^2, CaO, 5HO$.

» Ce même composé s'obtient anhydre par voie sèche quand on maintient au rouge blanc pendant plusieurs heures un mélange de bioxyde d'étain, de chlorure de calcium et d'un peu de chaux; la masse refroidie, lavée, puis traitée par l'acide chlorhydrique faible, laisse des petits cristaux transparents, présentant la forme de lamelles carrées, de cubes ou d'octaèdres plus ou moins modifiés; ils sont inattaquables par les acides et à peine altérés par le carbonate de soude en fusion; leur analyse, faite en les dissolvant à l'aide du bisulfate de potasse, conduit à la formule SnO^2, CaO.

» Si, au lieu d'opérer en présence de la chaux, on remplace cette base dans le mélange précédent par du chlorhydrate d'ammoniaque, de manière à éviter toute trace de chaux libre, il ne se forme plus de stannate; les cristaux qu'on obtient, fort différents des précédents, sont des aiguilles fines, incolores et transparentes, souvent réunies en groupes étoilés et constituées par de l'acide stannique pur.

» *Stannate de strontiane.* — Le précipité gélatineux que donne le stan-

nate de potasse dans le strontium, abandonné à lui-même, se modifie au bout de quelques jours à la température ordinaire; il est remplacé bientôt par des cristaux disposés en feuilles de fougère et constitués par la réunion de petits rhomboèdres aigus, transparents et brillants. Ce sel contient $2SnO^2, 3SrO, 10HO$.

» Ces cristaux se produisent encore quand, à une solution saturée et froide de strontiane en grand excès, on ajoute une petite quantité d'une solution étendue de stannate de potasse. Ce précipité gélatineux, formé tout d'abord, devient cristallisé au bout de quelques jours à la température ordinaire, et plus rapidement si on porte le tout à l'ébullition.

» *Stannate de baryte.* — Le stannate $SnO^2, 2BaO, 10HO$ se prépare, comme le précédent, avec une solution saturée de baryte et du stannate de potasse; on l'obtient aussi en faisant agir ce dernier sel sur une solution froide et saturée de chlorure de baryum; le précipité volumineux qui se produit tout d'abord est entièrement changé, au bout de quelques heures, en petites paillettes nacrées et brillantes.

» *Stannate de nickel.* — L'oxyde de nickel étant insoluble dans l'eau, on ne peut opérer comme au cas précédent, et la double décomposition ne donne que des dépôts amorphes; il n'en est plus de même lorsqu'on fait intervenir l'ammoniaque. Quand on ajoute du stannate de potasse à une solution d'un sel de nickel dans l'ammoniaque concentrée et en grand excès, il se forme un précipité qui se redissout dans la liqueur. Si l'on ajoute du stannate alcalin jusqu'à ce que cette dissolution cesse et que le liquide reste légèrement trouble, on a une liqueur sursaturée de stannate métallique qui, par le repos, en abandonne une partie sous la forme de cristaux. Le stannate de nickel ainsi obtenu est en petits cristaux vert clair, transparents, d'apparence cubique; il ne retient pas d'ammoniaque et sa composition répond à la formule $SnO^2, NiO, 5HO$.

» *Stannate de cobalt.* — La méthode qui vient d'être décrite pour le sel de nickel est applicable à tous les oxydes métalliques solubles dans l'ammoniaque. Le stannate de cobalt obtenu par ce procédé est en petits cristaux roses, transparents, qui contiennent $SnO^2, CoO, 6HO$.

» *Stannate de zinc.* — Une solution fortement ammoniacale de sulfate de zinc, traitée comme il vient d'être dit par le stannate de potasse, dépose des petits cristaux incolores, transparents, tout à fait semblables, sauf la couleur, à ceux qui précèdent; ils renferment $2SnO^2, 3ZnO, 10HO$.

» *Stannate d'argent.* — Le précipité blanc que donne le stannate de potasse dans le nitrate d'argent, bien lavé, se dissout entièrement dans l'am-

moniaque. La liqueur, abandonnée sous une cloche, avec un vase renfermant de l'acide sulfurique, perd peu à peu son ammoniaque et dépose bientôt des petits cristaux. Au bout de peu de temps, elle se remplit de stannate gélatineux, qui se précipite. Les cristaux, séparés par lévigation, contiennent SnO^2, AgO; au rouge blanc, ils fondent en un liquide brun foncé et sont décomposés par le bisulfate de potasse. Il faut avoir soin d'opérer avec du stannate de potasse bien exempt d'alcali, car celui-ci donnerait de l'oxyde d'argent, qui, au contact de l'ammoniaque, pourrait former un composé détonant.

» *Stannate de cuivre.* — Il se dépose d'une solution ammoniacale d'un sel de cuivre dans lequel on ajoute du stannate de potasse tant que le précipité formé se redissout. Comme ce stannate est beaucoup plus soluble dans l'ammoniaque que ceux qui précèdent, il se produit encore quand on évapore très lentement, en présence d'acide sulfurique, sa solution ammoniacale. On obtient ainsi des petits cristaux bleu clair qui renferment $SnO^2, CuO, 4HO$.

» Ces cristaux, abandonnés, à la température ordinaire, dans leur eau-mère très fortement ammoniacale, se modifient peu à peu ; ils se changent en cristaux transparents, bleu foncé et beaucoup plus volumineux, qui renferment de l'ammoniaque et contiennent $SnO^2, CuO, AzH^4O, 2HO$. Ils sont très peu solubles dans l'eau froide, qui peu à peu cependant leur enlève leur ammoniaque ; les acides les dissolvent en donnant une liqueur verte qui se prend en gelée par l'action de la chaleur.

» Les stannates hydratés qui viennent d'être décrits sont insolubles dans l'eau ; ils se dissolvent à froid dans les acides chlorhydrique et azotique en donnant des solutions limpides, diversement colorées par la base du sel, et qui, lorsqu'on les chauffe, se prennent en masse gélatineuse. Les cristaux soumis à l'action de la chaleur changent de couleur, perdent leur eau et avec elle leur solubilité à froid dans les acides. Le sel anhydre qui reste est attaqué à chaud par l'acide nitrique, qui enlève la base et laisse du bioxyde d'étain insoluble comme résidu. »

CHIMIE. — *Sur les bromures ammoniacaux et les oxybromures de zinc.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé un certain nombre de bromures ammoniacaux et d'oxybromures de zinc, composés encore peu étudiés jusqu'ici.

» 1. *Bromures ammoniacaux.* — Dans une solution moyennement concen-

trée de brombydrate d'ammoniaque pur (100^{gr} de sel pour 300^{gr} d'eau), j'ai mis en digestion, à chaud, de l'oxyde de zinc précipité. Cet oxyde ne s'y dissout qu'à l'ébullition; j'en ai saturé la liqueur et j'ai filtré. Il se dépose par refroidissement des mamelons formés d'aiguilles fines et blanches. Ce corps, séché sur du papier, m'a donné pour formule $3\,ZnBr, 3\,AzH^3, HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Br	60,52	60,37
Zn	24,63	24,52
AzH^3	12,50	12,83

» Ce corps est facilement altéré par l'eau, surtout quand elle est chaude. Chauffé dans un petit tube, il fond en dégageant un peu d'eau et du gaz ammoniac. Décomposé par l'eau bouillante, jeté sur un filtre, lavé et séché, il ne laisse comme résidu que de l'oxyde de zinc.

» Traité en tube scellé, vers 200°, avec de l'eau, il se décompose; et l'on voit sur les parois du tube des amas d'écailles très brillantes et très légères qui, séchées sur du papier et analysées, ont donné la composition d'un oxybromure ammoniacal :

$$ZnBr, 3\,ZnO, AzH^3, 5\,HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Br	26,44	27,02
Zn	43,63	43,91
AzH^3	5,76	5,74

» Les chlorures ammoniacaux donnent lieu, comme je le dirai prochainement, à de semblables combinaisons. Rammelsberg (*Poggendorff's Annalen*, t. LV, p. 240) a obtenu une combinaison de bromure de zinc et d'ammoniaque à équivalents égaux, qu'il décrit comme anhydre; il dissolvait le bromure dans l'ammoniaque chaude et laissait refroidir après évaporation : j'ai trouvé que le corps ainsi obtenu renferme de l'eau et est voisin de la formule

$$ZnBr, AzH^3, HO.$$

J'ai constaté, de plus, qu'en dissolvant peu à peu le bromure dans l'ammoniaque non chauffée et agitant constamment, il se forme par évaporation un composé $3\,ZnBr, 4\,AzH^3, 2\,HO$.

» Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans une solution concentrée de bromure de zinc jusqu'à redissolution du précipité et qu'on

évapore le liquide, il se dépose de fines aiguilles dont la composition est

$$3\,ZnBr,\ 5\,AzH^3,\ HO.$$

» Tous ces corps sont très altérables par l'eau, surtout à chaud.

» En opérant d'une manière analogue à celle indiquée par E. Divers pour obtenir le chlorure $2\,ZnCl$, $5\,AzH^3$, $2\,HO$, c'est-à-dire en dissolvant le bromure de zinc dans l'ammoniaque bien refroidie, puis en faisant passer un courant de gaz ammoniac jusqu'à formation d'un précipité cristallin abondant, enfin en chauffant légèrement jusqu'à disparition du précipité et laissant déposer, j'ai obtenu de volumineux cristaux brillants qui perdent leur éclat sitôt qu'ils ne sont plus dans une atmosphère d'ammoniaque. Leur composition est analogue à celle du chlorure; cependant, ils sont anhydres. Ils fondent quand on les chauffe dans un petit tube, en ne donnant aucune trace de vapeur d'eau et en dégageant de l'ammoniaque. Leur composition est $2\,ZnBr$, $5\,AzH^3$. Ils se recouvrent à l'air d'une pellicule blanche et exhalent une forte odeur d'ammoniaque. L'eau les décompose très facilement.

» 2. *Oxybromures.* — Ces corps, préparés par des méthodes analogues à celles qui donnent les oxychlorures, présentent pour la plupart cette particularité que le rapport du bromure à l'oxyde est comme 1 : 4, ce rapport, dans les composés correspondants du chlore, étant comme 1, 3.

» Si l'on chauffe une solution concentrée de bromure de zinc avec de l'oxyde et que l'on filtre, il se dépose par refroidissement des lamelles nacrées qui, séchées sur du papier, donnent pour composition

$$ZnBr,\ 4\,ZnO,\ 13\,HO$$

(le chlorure correspondant est amorphe). J'ai obtenu un corps de composition voisine, $ZnBr$, $4\,ZnO$, $19\,HO$ en précipitant le bromure de zinc dissous par une quantité insuffisante d'ammoniaque.

» Enfin, en chauffant du bromure de zinc (100^{gr}) avec 30^{gr} d'oxyde et en versant une solution concentrée de bromhydrate d'ammoniaque jusqu'à dissolution totale de l'oxyde, il s'est déposé une poudre blanche de la composition $ZnBr$, $4\,ZnO$, $10\,HO$, laquelle, lavée à l'eau froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublassent plus le nitrate d'argent, a donné pour formule

$$ZnBr,\ 6\,ZnO,\ 35\,HO.$$

» Ces deux derniers corps renferment un peu d'ammoniaque (2 à 3 pour 100).

» Si l'on soumet une solution concentrée de bromure de zinc mélangée d'oxyde à la température de 200° environ, en tube scellé, on obtient sur les parois du tube de petits cristaux brillants dont la composition concorde bien avec la formule ZnBr, 5ZnO, 6HO.

	Trouvé.	Calculé.
Br	21,67	21,68
Zn..........	52,51	52,84 (¹). »

CHIMIE. — *Sur les orthophosphates doubles de baryum et de potassium, de baryum et de sodium.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Friedel.

« Pour préparer ces phosphates doubles, qu'on n'a pas obtenus jusqu'ici, j'ai utilisé la propriété connue des silicates alcalins en solution concentrée de dissoudre l'hydrate de baryum. Un mélange de silicate de potassium et d'eau de baryte est chauffé à la température de l'ébullition, puis additionné d'une solution de silicate de potassium contenant une certaine quantité de phosphate de potassium en dissolution. Après refroidissement du liquide, on recueille de jolis cristaux cubiques. Ils se dissolvent facilement dans l'acide chlorhydrique étendu en laissant un résidu de silice, dont la quantité totale s'élève à 1 pour 100 environ. Si l'on considère cette petite quantité de silice comme impureté, les nombres fournis par l'analyse correspondent à la formule simple $KBaPO^4 + 10H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.
BaO	34,0	35,1
K^2O..................	10,4	9,1 (par différence)
P^2O^5	15,7	16,5
H^2O	39,9	39,3
	100,0	100,0

» L'orthophosphate de baryum et de sodium s'obtient par un procédé analogue à celui que je viens de décrire, en substituant le silicate de sodium

(¹) Travail fait au Laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

et le phosphate de sodium aux sels correspondants de potassium. Il cristallise en tétraèdres réguliers. Les cristaux contiennent toujours une quantité variable de silice, qui s'élève à 2 pour 100 environ, et, si l'on considère cette silice comme impureté, on a les nombres suivants, qui conduisent à la formule $NaBaPO^4 + 10H^2O$:

	Matière calcinée.				*Matière non calcinée.*	
	Calculé.	Trouvé.			Calculé.	Trouvé.
BaO.....	60,0	60,7		H^2O......	41,4	40,7
Na^2O.....	12,2	13,1	(par diff.)			
P^2O^5.....	27,8	26,2				
	100,0	100,0				

» La formation de ces phosphates cristallisés s'explique par l'action lente des phosphates alcalins dans le liquide visqueux sur les silicates doubles qui se forment en ajoutant de l'eau de baryte aux solutions des silicates alcalins. En substituant les alcalis caustiques aux silicates alcalins dans les opérations précédentes, je n'obtiens qu'un précipité amorphe. »

CHIMIE. — *Sur le sélénite chromique*. Note de M. Ch. Taquet.

« En traitant à l'ébullition le chlorure chromique par le sélénite de potasse, j'ai obtenu un volumineux précipité vert pâle. J'ai séparé ce précipité par filtration, lavé à l'eau, puis séché au bain de sable à environ 120°. Ce précipité présentait, après dessiccation, l'aspect d'une masse gris verdâtre.

» L'analyse m'a fourni les résultats suivants :

	Pour 100.
SeO^2........................	68,29
Cr^2O^3........................	31,40
	99,69

» Ce corps répondait donc à la formule $Cr^2O^3, 3SeO^2$. Il est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, insoluble ou très peu soluble dans l'eau, un peu soluble à l'ébullition dans un excès de SeO^2 [1].

» Le sélénite correspondant à la formule $Cr^2O^3, 3SeO^2$ est décomposable au rouge en Cr^2O^3 et SeO^2.

(1) Il se forme probablement dans ce cas un sélénite acide que je n'ai pu obtenir. J'espère cependant, dans quelque temps, envoyer à l'Académie un échantillon de bisélénite cristallisé.

» La liqueur verte séparée de ce précipité était parfaitement liquide. Le lendemain, cette liqueur était trouble ; le précipité était de même apparence que celui que j'avais obtenu en premier lieu. Je lui appliquai le même traitement et j'obtins également les mêmes résultats. Au bout de cinq à six heures, la liqueur séparée de ce nouveau précipité se troubla de nouveau et laissa déposer le même précipité.

» Voici, d'après mes recherches, ce qui s'était passé :

» Le chlorure chromique que j'avais employé contenait un excès d'acide chlorhydrique libre. Il se serait donc produit, outre le sélénite neutre insoluble, du sélénite acide soluble, d'après l'équation

$$9(KOSeO^2) + 3(Cr^2Cl^3) + 3HCl$$
$$= 9(KCl) + Cr^2O^3, 3SeO^2 + Cr^2O^3, 6SeO^2 + Cr^2Cl^3 + 3HO.$$

» Ce sélénite acide, se décomposant en présence du chlorure chromique, aurait donné naissance à du sélénite neutre, d'après la formule

$$Cr^2O^3, 6SeO^2 + Cr^2Cl^3 + 3HO = (Cr^2O^3, 3SeO^2)^2 + 3HCl.$$

» On pourrait se demander pourquoi le sélénite acide de chrome, en présence du chlorure, ne donnerait pas immédiatement du sélénite neutre. Je pense qu'il se forme en effet du sélénite neutre, mais que celui-ci est immédiatement décomposé à l'ébullition par l'acide chlorhydrique en excès, comme le montre la première équation [1]. »

CHIMIE. — *Sur les tensions de vapeur des sulfhydrates d'éthylamine et de diéthylamine*. Note de M. ISAMBERT, présentée par M. Debray.

« L'étude des tensions de vapeur du cyanhydrate d'ammoniaque, que j'ai publiée l'année dernière [2], ayant montré que la tension de vapeur du cyanhydrate d'ammoniaque, en présence d'un excès d'acide cyanhydrique liquide, était la même que celle de l'acide cyanhydrique, à toute température, malgré la présence, dans cette vapeur, du gaz ammoniac libre ou combiné, j'ai cherché si cette loi était générale. Je me suis adressé pour cela à des sulfhydrates formés par l'union de l'acide sulfhydrique avec une base liquide à la température ordinaire, ayant une tension de vapeur

---

[1] On peut également obtenir le sélénite chromique en faisant digérer l'hydrate de sesquioxyde de chrome dans l'acide sélénieux.

[2] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 958.

suffisante et donnant des sulfhydrates possédant, eux aussi, une force élastique maximum notable à cette même température. Les sulfhydrates de diéthylamine et d'éthylamine remplissent ces diverses conditions.

» *Sulfhydrate de diéthylamine.* — J'ai préparé le sulfhydrate de diéthylamine par la combinaison directe, dans des tubes barométriques, de l'acide et de la base : la combinaison donne immédiatement, même en présence d'un excès de diéthylamine, le sulfhydrate blanc cristallisé. La tension maximum de vapeur de ce composé est de 150^{mm} vers 10° et va en croissant à la manière ordinaire avec la température. Dans les mêmes conditions, la diéthylamine possède seulement une tension de 120^{mm}, et le sulfhydrate solide, en présence d'un excès de diéthylamine, donne la même tension de 120^{mm}. Cette égalité a persisté invariablement à toutes les températures, entre 6° et 22°, quelles que fussent les quantités relatives de sulfhydrate solide et de base liquide. La loi est donc la même que pour le cyanhydrate et l'acide cyanhydrique; c'est un phénomène du même genre que celui étudié par Regnault pour la force élastique du mélange de deux liquides qui se dissolvent en quantité limitée sans réagir l'un sur l'autre.

» *Sulfhydrate d'éthylamine.* — J'ai opéré de la même manière avec l'acide sulfhydrique et l'éthylamine; ici les résultats sont notablement différents : les premières bulles de gaz acide sulfhydrique arrivant au contact de l'éthylamine sont de suite absorbées sans produire de sulfhydrate solide et sans que la tension considérable de l'éthylamine change. A mesure que la quantité d'acide sulfhydrique augmente, le liquide devient plus visqueux, par suite de la dissolution du sulfhydrate; si l'on arrête l'opération au moment où le dépôt solide se forme, de longues aiguilles cristallisent par refroidissement au milieu du liquide. En même temps, la tension de vapeur diminue dans ce tube quand la quantité d'acide sulfhydrique absorbé augmente : enfin, en présence d'un excès d'acide, toute la matière a cristallisé en formant un sulfhydrate solide, blanc, donnant par volatilisation dans le tube des cristaux qui ressemblent entièrement à ceux de bisulfhydrate d'ammoniaque, mais dont la tension de vapeur est seulement de 48^{mm} à 13°. Ainsi, la force élastique, qui était de 615^{mm}, va en diminuant rapidement, sans qu'il y ait de temps d'arrêt, jusqu'à se rapprocher de 50^{mm}, alors qu'il reste encore de l'éthylamine liquide. C'est quelque chose d'analogue à ce qui arrive pour la force élastique de la vapeur d'eau, quand on ajoute à cette eau des poids croissants d'acide sulfurique ou de chlorure de calcium.

» Un excès d'acide sulfhydrique en présence du sulfhydrate solide

blanc agit à peu près suivant la loi que j'ai vérifiée pour le bisulfhydrate d'ammoniaque et le bromhydrate d'hydrogène phosphoré.

» Ainsi la tension totale, dans des cas du même genre que ceux que j'ai étudiés, mélange du composé solide et de l'élément liquide, peut bien être égale à la tension de l'élément liquide, comme pour le cyanhydrate d'ammoniaque et le sulfhydrate de diéthylamine, mais il se peut aussi que cette même tension soit bien inférieure à cette valeur : le premier cas semble se présenter pour les corps peu solubles dans le liquide composant; le second s'appliquerait aux composés très solubles dans l'élément liquide et se rapprocherait du cas des vapeurs émises par un mélange de liquides se dissolvant en très forte proportion, cas sur lequel Regnault a fait un certain nombre de recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sels formés par l'acide glycolique.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. *Action de l'eau sur les glycolates alcalins neutres.* — La connaissance des chaleurs de formation des glycolates à l'état dissous et à l'état solide permet de considérer l'acide glycolique comme intermédiaire entre les acides acétique et oxalique. L'étude de l'action de l'eau sur les glycolates neutres alcalins conduit aux mêmes conclusions.

» J'ai opéré sur le glycolate de soude.

» Les chaleurs de dilution de la soude étant connues ([1]), j'ai dû mesurer celles de l'acide et du sel.

» *Acide glycolique.*

Composition des liqueurs primitives.	Liqueurs finales.	Chaleurs dégagées. Cal
$C^4H^4O^6 + 5,5\ H^2O^2$	$C^4H^4O^6 + 110\ H^2O^2$	— 0,273
» 11 »	»	— 0,144
» 22 »	»	— 0,088
» 44 »	»	— 0,045
» 88 »	»	— 0,022

» En désignant par n le nombre de H^2O^2 primitivement unis à l'acide, on peut représenter ces résultats par la formule

$$Q = -0,012\frac{1,452}{n};$$

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 401.

à partir de 18 à $20H^2O^2$, la formule $Q = -\frac{1,93}{n}$ suffit : elle représente une hyperbole équilatère.

» *Glycolate de soude.*

Composition des liqueurs primitives.		Liqueurs finales.	Chaleurs dégagées.
$C^4H^3NaO^6 +$ 11	H^2O^2	$C^4H^3NaO^6 + 220H^2O^2$	$-0,890$
»	22	»	$-0,626$
»	44	»	$-0,317$
»	88	»	$-0,087$
»	110	»	$-0,047$

» La formule suivante représente assez bien le phénomène

$$Q = +0,213 - \frac{33,652}{n + 19,515}.$$

» Au moyen des données précédentes et de la formule générale (1)

$$N' - N = \Delta - (\delta + \delta'),$$

on peut calculer la chaleur dégagée dans la combinaison de l'acide et de la base concentrés. Ainsi la réaction

$(C^4H^4O^6 + 5,5H^2O^2) + (NaHO^2 + 5,5H^2O^2) = C^4H^3NaO^6 + 13H^2O^2$, dégage. $+14^{Cal},33$

» La différence entre ce nombre et celui qui correspond aux liqueurs étendues (2) est faible, comme il arrive pour les acides forts.

» II. *Influence d'un excès d'acide.* — 1° En liqueurs étendues :

				Soit pour $1^{éq}$ (3)
$C^4H^3NaO^6(1^{éq} = 4^{lit}$	$+ 2C^4H^4O^6(1^{éq} = 2^{lit})$	dégage...	$+0,38^{Cal}$	
$C^4H^3NaO^6$ »	$+ C^4H^4O^6$	» ...	$+0,20$	
$C^4H^3NaO^6$ »	$+\frac{1}{2}C^4H^4O^6$	» ...	$+0,14$	$+0,28$
$C^4H^3NaO^6$ »	$+\frac{1}{10}C^4H^4O^6$	» ...	$+0,05$	$+0,50$

De même pour le sel ammoniacal,

$C^4H^3(AzH^4)O^6(1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^4O^6(1^{éq} = 2^{lit})$, dégage... $+0,21^{Cal}$

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 55, et t. II, p. 196 et suiv.

(2) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 582.

(3) En présence d'une petite quantité de l'un des composants, l'action tend à lui devenir proportionnelle. *Voir* le Mémoire de M. Berthelot *Sur les sels des acides gras* (*Ann. de Chim.*, 5e série, t. VI, p. 325).

» 2° En liqueurs concentrées :

	Cal
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + \frac{1}{2}C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,286
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,107
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,464
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,334
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + 2C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,668
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,538

» Ces nombres prouvent que l'acide glycolique peut former des glycolates acides, même en liqueurs très étendues.

» III. *Influence d'un excès de base.* — 1° En liqueurs étendues :

				Cal	Soit pour $1^{éq}$.
$C^4H^3NaO^6(1^{éq} = 4^{lit})$		$+ 2NaO$	$(1^{éq} = 2^{lit})$, dégage...	+1,01	
$C^4H^3NaO^6$	»	$+ NaO$	» ...	+0,78	
$C^4H^3NaO^6$	»	$+ \frac{1}{2}NaO$	» ...	+0,56	+1,12
$C^4H^3NaO^6$	»	$+ \frac{1}{10}NaO$	» ...	+0,38	+3,80

De même pour le sel ammoniacal

	Cal
$C^4H^3(AzH^4)O^6(1^{éq} = 4^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit})$, dégage	+0,25

» 2° En liqueurs concentrées :

	Cal
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + \frac{1}{2}NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,054
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−1,572
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,370
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−2,206
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + 2NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,697
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−2,736 (1)

» Ces nombres démontrent l'existence de combinaisons formées aux dépens de la fonction alcoolique de l'acide glycolique, comme il arrive pour l'acide lactique (2).

» On voit par là que l'acide glycolique peut former avec les bases trois séries de composés :

» 1° Des sels neutres, stables en présence de l'eau;

» 2° Des sels acides décomposables en grande partie par l'eau;

---

(1) Chacun des nombres publiés dans cette Note est la moyenne de plusieurs expériences concordantes. Ils ont été déterminés entre + 8° et + 10°. On a tenu compte, dans le calcul, des densités et des chaleurs spécifiques des liquides employés.

(2) *Voir* le Mémoire de M. Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.* (4), t. XXIX, p. 319.

» 3° Des sels basiques qui sont à la fois sels neutres et alcoolates, décomposables par l'eau, comme les sels acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une tribromhydrine aromatique.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Cahours.

« Lorsqu'on traite le paraxylène $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \right.$ par le chlore, à la température de l'ébullition, on obtient un dérivé dichloré qui, comme l'a fait voir M. Grimaux, est la dichlorhydrine d'un alcool diatomique : les deux atomes de chlore se sont placés chacun dans un groupe méthyle pour donner le corps $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl. \end{matrix} \right.$

» Le mésitylène étant la triméthylbenzine symétrique $C^6H^3 \left\langle \begin{matrix} CH^3 \\ -CH^3, \\ CH^3 \end{matrix} \right.$ je me suis proposé de voir si la substitution de 3^{at} de chlore ou de brome se ferait suivant la même règle, chaque atome halogène se plaçant dans un groupe méthyle différent, de telle sorte qu'on formerait, avec le brome par exemple, le tribromure $C^6H^3(CH^2Br)^3$. Un corps de cette constitution serait la tribromhydrine d'une glycérine aromatique qu'il m'a paru intéressant d'étudier, car elle serait la première glycérine connue, trois fois alcool primaire et pouvant donner, par conséquent, une aldéhyde d'un type nouveau, une trialdéhyde, dont l'acide serait l'acide trimésique décrit par M. Fittig.

» Le mésitylène, chauffé à la température de l'ébullition et additionné de 6^{at} de brome, fournit une huile noire que l'on purifie par distillation sous pression réduite : les portions qui passent entre 210° et 220° sous une pression de $0^m,01$ de mercure présentent sensiblement la composition de la tribromhydrine cherchée. Par refroidissement prolongé, une portion se solidifie en une masse blanche que l'on isole par filtration à la trompe, compression, et que l'on purifie par une ou deux cristallisations dans l'alcool bouillant. Le bromure ainsi obtenu renferme :

	Pour 100.	Théorie.
Brome........................	67,60	67,25

» Il fond à 94°,5, est soluble dans l'éther, dans son poids d'alcool bouillant, très peu soluble dans l'alcool froid ; la benzine, à la température ordinaire, en dissout plus de quatre fois son poids.

» Il se saponifie par une ébullition prolongée avec trente fois son poids d'eau et donne un corps soluble dont la solution concentrée, distillée avec un excès d'acide bromhydrique, régénère le bromure primitif qui passe très difficilement avec la vapeur d'eau. J'ai l'intention de continuer l'étude de la glycérine formée dans cette réaction, mais non isolée, et de ses dérivés.

» Dans l'action du brome sur le mésitylène à la température de l'ébullition, j'ai obtenu le dérivé monobromé et le dérivé bibromé, correspondant, le premier à un alcool, le second à un glycol.

» Le dérivé monobromé $C^6H^3\left\{\begin{matrix}C^2HBr\\(CH^3)^2\end{matrix}\right.$ bout à 230° sous la pression ordinaire; il est en aiguilles blanches, très solubles dans l'éther et la benzine, fusibles à 38°, 3, facilement saponifiables par l'eau, et pique très fortement les yeux.

Analyse.

	Pour 100.		Théorie.
Carbone	54,07	»	54,27
H..........................	5,70	»	5,53
Br..........................	»	40,21	40,20

» Le dérivé bibromé $C^6H^3\begin{matrix}/CH^3\\-CHBr\\\backslash CH^2Br\end{matrix}$ a déjà été obtenu par M. Robinet; il fond à 66°, 4.

» Par ébullition avec l'eau, il se saponifie en donnant un corps très soluble, qui paraît être le glycol correspondant et que l'acide bromhydrique bouillant à 125° transforme en bromure primitif qui passe facilement avec la vapeur d'eau.

» Il est à remarquer que les points de fusion de ces trois bromures présentent une relation intéressante : en effet, le point de fusion s'élève de 28°, 1 par atome de brome substitué :

		°	Différence.
$C^6H^3CH^2Br(CH^3)^2$	fond à	38,3	
			28,1
$C^6H^3(CH^2Br)^2CH^3$	»	66,4	
			28,1
$C^6H^3(CH^2Br)^3$	»	94,4	

» Le bibromure et le tribromure se déposent de leur solution alcoolique bouillante en longues aiguilles microscopiques, difficiles à distinguer au microscope simple, mais bien différentes au microscope polarisant; l'étude suivante est due à la bienveillance de MM. Fouqué et Michel Lévy.

» *Monobromure.* — Aiguilles prismatiques très allongées, très biréfrin-

gentes, à extinctions longitudinales. Le plan des axes optiques est parallèle au sens de l'allongement. La bissectrice est perpendiculaire à la face aplatie. Les axes optiques sont très écartés. Le plus grand axe d'élasticité correspond au sens de l'allongement; les cristaux sont donc monocliniques ou orthorhombiques. La fréquence des pointements rectangulaires, la constance des extinctions longitudinales portent à le rapporter plutôt au système orthorhombique.

» *Bibromure*. — Prismes très allongés, très biréfringents, extinctions sensiblement à 0°,4. Le plan des axes optiques est transversal, la bissectrice oblique par rapport à la face d'aplatissement. L'axe de l'allongement est négatif : ces cristaux sont plutôt monocliniques qu'orthorhombiques, à cause de l'obliquité des pointements.

» *Tribromure*. — Aiguilles allongées très biréfringentes. Le maximum d'extinction se fait dans la zone d'allongement : 14° environ. Les aiguilles sont constamment négatives suivant leur longueur; le plus grand axe d'élasticité est donc voisin de l'allongement : système monoclinique ou triclinique. Les images en lumière convergente ne se produisent pas dans les aiguilles couchées sur leur longueur (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le mécanisme de la prise du plâtre*. Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

« La théorie de la prise du plâtre a été donnée par Lavoisier, qui l'a formulée ainsi :

« Si, après avoir enlevé au gypse son eau par le feu, on la lui rend (ce qui s'appelle communément *gâcher le plâtre*), il la reprend avec avidité, il se fait une *cristallisation* subite et irrégulière et, les petits cristaux qui se forment se *confondant* les uns avec les autres, il en résulte une masse très dure (²). »

» Les progrès de la Science depuis le commencement du siècle n'ont fait que confirmer les idées émises par l'illustre fondateur de la Chimie moderne. S'il n'y a rien à changer à la théorie générale qu'il a donnée, on peut cependant chercher à la compléter, à serrer de plus près le phénomène, en montrant par quel mécanisme les cristaux de sulfate de chaux

(¹) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

(²) Lavoisier, *Extrait de deux Mémoires sur le gypse*. (*Œuvres complètes*, t. III, p. 106.)

hydraté se forment pendant la prise du plâtre et arrivent à se confondre en une seule masse compacte.

» La transformation directe du sulfate de chaux anhydre *solide* en sulfate hydraté cristallisé également *solide* serait une exception aux lois générales de la cristallisation. Un corps ne peut prendre la forme cristalline qu'en passant de l'état *fluide* (fondu, dissous ou gazeux) à l'état *solide*. Les molécules doivent posséder toute leur mobilité pour pouvoir se grouper suivant des formes géométriques.

» En outre, le fait de la cristallisation n'entraîne pas nécessairement la solidification de la masse entière; les cristaux pourraient rester isolés les uns des autres sans contracter aucune adhérence entre eux. Aujourd'hui on explique généralement le durcissement par l'enchevêtrement des cristaux fournis; mais cette explication est tout à fait insuffisante. Un précipité de sulfate de chaux obtenu en ajoutant de l'alcool à une solution saturée de ce sel présente le maximum d'enchevêtrement, et pourtant la masse obtenue par dessiccation de ce précipité ne possède aucune solidité. Elle est, par rapport à un morceau de plâtre ayant fait prise, ce qu'est à un morceau de bois formé par l'accolement et la soudure de fibres végétales un *feutre* formé par l'enchevêtrement des mêmes fibres.

» Je pense que l'explication de la cristallisation et du durcissement du plâtre peut se déduire très simplement de l'observation suivante, due à M. Marignac [1] : le sulfate de chaux anhydre mis au contact de l'eau donne une solution sursaturée qui laisse ensuite déposer des cristaux du même sel hydraté. Avec du plâtre cuit à 140° on obtient une dissolution renfermant jusqu'à 9^{gr} de sulfate de chaux par litre, c'est-à-dire quatre fois plus que la quantité qui peut exister normalement en dissolution.

» Ce mode de production de dissolutions sursaturées est tout à fait général; je l'ai vérifié pour un grand nombre de sels susceptibles de s'unir directement à l'eau pour donner des hydrates solides : sulfate de soude, carbonate de soude, phosphate de soude, etc., sels qui ont tous aussi, comme on le sait, la propriété de faire prise quand ils sont mêlés à une petite quantité d'eau. On sait que les hydrates au contraire ne donnent jamais directement de dissolutions sursaturées.

» La cause de la production de dissolutions sursaturées par l'action de l'eau sur un sel anhydre ne peut être cherchée dans l'élévation de tempéra-

---

[1] Marignac, *Solubilité du sulfate de chaux* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. I, p. 279; 1874).

ture résultant de l'hydratation. Cette explication, suffisante à la rigueur pour le carbonate de soude et les sels analogues, se trouve complètement en défaut pour le sulfate de chaux, dont la solubilité est sensiblement indépendante de la température. Ce phénomène me paraît devoir être classé à côté des réactions par entraînements que provoquent si fréquemment les combinaisons exothermiques.

» Les faits que je viens de rapporter me paraissent conduire, pour la prise du plâtre et des autres sels analogues, à la théorie suivante. Cette prise est le résultat de deux phénomènes bien distincts, quoique simultanés. D'une part, les parcelles de sulfate de chaux anhydre, gâchées avec de l'eau, se dissolvent en s'hydratant et produisent une dissolution sursaturée; d'autre part, cette même dissolution sursaturée laisse en même temps déposer de différents côtés des cristaux de sulfate hydraté. Ceux-ci vont en augmentant peu à peu de volume et se soudent les uns aux autres, comme le font tous les cristaux qui se déposent lentement d'une dissolution saline. Cette cristallisation progressive continue aussi longtemps qu'il reste du sel anhydre pour se dissoudre et entretenir la sursaturation de la liqueur (1).

» Cette théorie rend très aisément compte d'un grand nombre de particularités que présentent la fabrication et l'emploi du plâtre.

» La température de 140°, reconnue la meilleure pour la cuisson du plâtre, ne suffit pourtant pas dans la pratique, comme l'a montré M. Landrin (2), pour amener sa déshydratation complète, condition évidemment défavorable pour la prise; mais, d'après les expériences de M. Marignac, le plâtre cuit à 140° est précisément celui qui produit les dissolutions les plus fortement sursaturées. C'est à cela qu'il doit de donner, malgré une déshydratation incomplète, les meilleurs résultats dans la pratique.

» L'addition d'une petite quantité d'acide sulfurique ou de chlorure de sodium à l'eau qui sert à gâcher le plâtre favorise sa prise. Ces corps augmentent, en effet, la proportion de sulfate de chaux qui peut exister en dissolution sursaturée. Ils donnent naissance à du bisulfate de chaux, du

---

(1) Je dois rappeler ici que M. Landrin a déjà invoqué la sursaturation comme cause de la prise du plâtre; mais il l'attribue *exclusivement* à l'évaporation partielle de la solution *saturée* formée au début. Dans ces conditions, la sursaturation ne peut expliquer au plus que la cristallisation et la prise de la millième partie du plâtre employé, et elle n'explique plus rien quand on laisse le plâtre faire prise sous l'eau.

(2) *Comptes rendus*, 14 septembre 1874.

chlorure de calcium, dont la proportion est déterminée par les lois générales des équilibres chimiques. L'augmentation par sursaturation de la quantité de sulfate de chaux dissous entraînera nécessairement la formation d'une plus grande quantité de ces sels solubles. Ceux-ci régénéreront ensuite des quantités correspondantes de sulfate de chaux.

» La production de dissolutions sursaturées pendant la prise des sels anhydres se manifeste d'une façon bien nette avec les sels très solubles, comme le sulfate, le carbonate de soude. En employant ces sels fondus et concassés en fragments de la grosseur d'un pois, la prise commence toujours par la partie inférieure, où vont se réunir, par suite de leur plus grande densité, les portions de la dissolution les plus fortement sursaturées. On peut rendre l'expérience plus frappante encore en plaçant le sel sur une toile métallique fixée à mi-hauteur dans un tube en verre rempli d'eau. On voit la cristallisation, c'est-à-dire la prise, se faire au fond du tube à plusieurs centimètres au-dessous du sel anhydre.

» Cette théorie s'applique à la prise de tous les mortiers; il en résulte, contrairement aux idées généralement admises, que les seuls composés pouvant jouer un rôle utile pendant la prise doivent nécessairement être solubles. Il en serait ainsi notamment pour les principaux corps qui prennent naissance pendant le durcissement des ciments et des chaux hydrauliques. La solubilité de la chaux est connue depuis longtemps : j'ai reconnu celle de l'aluminate [1] de chaux et j'espère pouvoir prouver bientôt que le silicate de chaux aussi est soluble, ou plus exactement que la silice et la chaux peuvent exister simultanément pendant un certain temps dans une même dissolution. »

GÉOLOGIE. — *Le manganèse dans les eaux des mers actuelles et dans certains de leurs dépôts; conséquence relative à la craie blanche de la période secondaire.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« M. le capitaine Gadais, du port de Marseille, m'a rapporté de l'eau de mer prise, de degré en degré, depuis New-York jusqu'à Marseille. Il m'a suffi de laisser un mois les bouteilles en repos, même sans les déboucher, puis de les vider et, dans la bouteille vide, de mettre quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique, que j'ai promené sur tout l'intérieur du verre, pour obtenir un liquide abandonnant par évaporation un résidu ferrugi-

---

[1] *Comptes rendus*, 27 mars 1882.

neux, exceptionnellement riche en manganèse. Des eaux de la mer des Indes, de la mer Rouge, de la partie orientale de la Méditerranée, qui m'ont été rapportées par M. le mécanicien Ragot, m'ont donné exactement les mêmes résultats.

» Le manganèse, se séparant spontanément avec le fer, ne peut exister dans les eaux des mers qu'à l'état de carbonate de protoxyde et y être dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique. A la surface des mers, au contact de l'atmosphère, les échanges gazeux, si complètement étudiés par M. Schlœsing, s'effectuent, et l'un de leurs résultats est de faire perdre au carbonate de manganèse dissous son excès d'acide carbonique ; le protoxyde de manganèse, commençant alors à passer à un état d'oxydation plus avancé, devient insoluble et se précipite. Le manganèse existant en dissolution dans les eaux de toutes les mers, il faut se représenter la surface actuelle des Océans laissant précipiter partout des quantités de fer et de manganèse, très minimes sans doute pour chaque point, mais en réalité énormes, puisque cette précipitation est permanente. Là où les mers sont peu profondes, ces précipités métallifères sont entraînés et perdus dans les vases; mais il en est autrement dans les mers profondes, ou plus exactement dans les parties de mers (profondes ou non) qui ne reçoivent que peu ou point de matières en suspension : là le manganèse devient abondant sur les fonds. Cette conclusion est déjà en partie vérifiée par les résultats fournis par les sondages profonds. On sait, en effet, que tous ces grands sondages ont ramené des espèces de tubes incrustés d'oxyde de manganèse et même de véritables concrétions de cette substance. On ne les a rencontrées qu'à des profondeurs assez considérables. D'un autre côté, je viens, grâce à l'obligeance de mon collègue M. Marion, de pouvoir examiner la question au point de vue chimique absolu; M. Marion, en effet, m'a remis, en quantité suffisante, des boues provenant d'une profondeur moyenne de 700^{m} et ramenées par un sondage du *Travailleur* à quarante milles au sud de Marseille. Ces boues sont si riches en manganèse que, sans avoir subi aucun traitement, elles colorent d'une manière très accusée le carbonate de soude dans la réaction classique du chalumeau.

» Le résultat précédent est d'un haut intérêt, surtout par les conséquences qu'il entraîne; en effet, pour expliquer l'origine des concrétions de manganèse rencontrées à une certaine profondeur dans toutes les mers, on a admis que ce manganèse avait une origine volcanique ou, même, était apporté par des sources venant déboucher au fond des mers : cette dernière explication est en particulier celle qu'admet M. Gümbel. Or ce fait de l'ac-

cumulation du manganèse dans les boues de la Méditerranée, au sud de Marseille, écarte, pour cette substance, toute idée d'origine volcanique, directe ou indirecte. D'un autre côté, les faits qui viennent d'être établis entraînent une conséquence géologique d'une haute portée, que je me suis hâté de vérifier. On sait que les grands sondages anglais ont révélé ce fait, aussi remarquable qu'inattendu, que dans les profondeurs de l'océan Atlantique il se dépose, encore aujourd'hui, une craie identique à celle du bassin de Paris. On a tiré de ce fait cette conséquence, que la craie serait un produit de mers profondes. Cette conclusion est loin d'être exacte; telle qu'elle est présentée même, elle constitue une erreur complète.

» En effet, le carbonate de chaux qui forme la craie ne se précipite que dans les couches très supérieures ou même superficielles des mers, au contact de l'atmosphère, et tombe ensuite au fond sous l'action seule de la pesanteur; d'un autre côté, cette formation s'effectue avec une lenteur excessive, puisque les dents de poissons retirées de l'Atlantique avec cette craie appartiennent à des espèces miocènes. Ceci étant, la seule condition nécessaire pour que la craie se forme avec ses caractères chimiques, microscopiques et pétrographiques si spéciaux, est qu'elle se forme seule, c'est-à-dire que, dans les régions crayeuses des mers, il ne soit arrivé pendant de longs siècles que de très faibles apports à l'état de suspension. Le rôle de la profondeur devient dès lors, par lui-même, au point de vue de la formation de la craie, absolument nul. On a vu plus haut que cette condition était précisément celle qui correspondait à la plus grande concentration du manganèse dans les dépôts marins de la période actuelle; d'où cette conséquence, que la craie doit être relativement riche en manganèse. J'ai soumis cette conclusion au contrôle de la vérification chimique: elle s'est trouvée absolument vérifiée, sur cinquante-six échantillons de craie blanche provenant des localités suivantes :

Montereau, 15; Le Herelle (Oise), 5; Hardivilliers (Oise), 10; Tartigny (Oise), 12; La Galoise (Somme), 8; Etaples (Pas-de-Calais), 6.

» Laissant de côté la série des approximations que j'ai exécutées, j'arrive au résultat final. En traitant 0,5 de craie par les procédés ordinaires, on en retire une quantité de manganèse suffisante pour obtenir le spectre du manganèse pendant plus d'une minute; un autre produit obtenu aussi en partant de 0,5 de craie a donné, de la façon la plus accentuée, la coloration verte de la soude dans l'essai classique du chalumeau. Pour avoir un point de comparaison, j'ai recherché le manganèse dans vingt-

huit marbres colorés des Pyrénées et dans dix-sept de l'Italie; le résultat a été que la craie du bassin de Paris renferme une quantité de manganèse *plus de cinquante fois* supérieure à celle qui existe, en moyenne, dans les marbres calcaires colorés des Pyrénées et de l'Italie.

» Mes expériences ayant porté sur des échantillons de craie empruntés à toute la largeur du bassin de Paris, le fait reconnu pour le manganèse est vrai pour tout le bassin. En est-il de même pour la craie de tous les pays? C'est une question qui mérite d'être résolue, et elle le sera d'autant plus vite et d'autant plus facilement que, pour arriver à ce résultat, il suffit d'un essai chimique aussi rapide qu'élémentaire. Si, comme j'en ai la conviction, le fait signalé pour le bassin de Paris est reconnu général, il faudra cesser de faire appel aux sources intérieures, venant des profondeurs du globe, pour expliquer l'origine du manganèse existant dans les dépôts des mers actuelles et dans certains terrains sédimentaires. Cette hypothèse, qui au fond n'explique rien, sera remplacée par une conception générale dont toutes les parties sont vérifiables : *la séparation du manganèse des eaux des mers sous l'influence seule des réactions chimiques ordinaires*, etc., point capital établi récemment par M. Berthelot, *réactions qui sont en conformité complète avec les grandes lois de la Thermochimie.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la Lamproie marine.* Note de M. L. **Ferry**, présentée par M. E. Blanchard.

« La Lamproie qui fait l'objet de cette Note habite ordinairement la mer, mais elle remonte les fleuves et les rivières au commencement du printemps pour y pondre ses œufs et retourne ensuite dans les eaux salées. Elle fait son apparition dans l'Allier dès les premiers jours du mois d'avril et redescend vers la Loire et la mer au mois de juillet.

» La longueur des Lamproies qui fréquentent la rivière de l'Allier varie de $0^m,55$ à $0^m,60$; nous en avons même une entre les mains qui mesure $0^m,70$ de la pointe du museau à l'origine de la caudale; sa grosseur au milieu est de $0^m,15$ de circonférence et de $0^{mm},168$ au droit des branchies.

» Nous avons été témoin d'un fait qui nous semble jeter un jour tout nouveau sur les mœurs de ce poisson. Dans les premiers jours du mois de juin 1874, un garde ayant pris dans l'Allier une Lamproie dont la bouche était collée à un bateau près de Moulins, l'ouvrit, la dépouilla et plaça les œufs dans une grande terrine. Il pleuvait et le plat fut bientôt rempli d'eau. Vingt jours après environ, l'éclosion des œufs était complète : nous

primes quelques-unes de ces petites Lamproies, mais elles périrent le lendemain.

» Il ressort de ce fait que les œufs pris dans le ventre de la Lamproie étaient déjà fécondés et avaient dû l'être dans l'intérieur de l'animal. On avait admis jusqu'à ce jour que, chez les Lamproies, la fécondation avait lieu comme chez les autres poissons, c'est-à-dire que le mâle répandait sa laitance sur les œufs déjà pondus par la femelle. Les rapports entre mâles et femelles sont beaucoup plus intimes, et la fécondation doit se produire au moment où ils ont la bouche collée sur le même rocher ou le même arbre; on les trouve quelquefois dans cette position par groupes et il est facile de les prendre, car ils demeurent fixés et entrelacés quelque bruit que l'on fasse sur la rive.

» Les œufs sont libres dans la Lamproie; c'est à l'époque de leur maturité, et par conséquent peu de temps après leur fécondation, qu'ils sont pondus.

» La Lamproie observée avait été prise pendant la très courte période qui sépare la fécondation de la ponte; on conçoit dès lors qu'il soit assez difficile de se procurer une femelle remplissant ces conditions : aussi ne nous a-t-il pas été donné de renouveler cette expérience.

» La fécondation des œufs par accouplement n'est pas spéciale à la Lamproie; on la retrouve parmi quelques poissons osseux : les Blennies et les Silures, et surtout parmi des Cartilagineux, tels que les Raies et les Squales; toutefois, dans les Blennies, les Raies et les Squales, la ponte ne s'effectue pas comme chez la Lamproie : l'œuf fécondé se développe dans l'intérieur de la mère et le petit en sort vivant. Chez les Silures, les œufs sont pondus aussitôt formés, mais restent attachés sous le ventre ou sous la queue de la mère, et c'est alors que la fécondation a lieu. Chez tous ces poissons, le nombre des œufs est très restreint, à raison même du développement qu'ils doivent atteindre, tandis que chez la Lamproie le nombre en est très considérable, puisqu'ils ne dépassent guère, lors de la ponte, la grosseur d'une graine de pavot et que l'ovaire garnit la presque totalité de la longueur du ventre de la Lamproie.

» A. Müller, de Berlin (*Annales des Sciences naturelles*, 1856, t. V, p. 375), dans une étude sur la Picka et le Glaner, a bien remarqué une espèce d'accouplement, mais il admet la fécondation des œufs à leur sortie du ventre de la femelle.

» La ponte est terminée à la fin du mois de juin ou au commencement de juillet, et les Lamproies regagnent la mer; toutefois beaucoup d'entre

elles meurent par suite des fatigues qu'elles ont éprouvées; on les trouve en assez grand nombre sur les grèves, l'épine dorsale desséchée et présentant au toucher la forme et la consistance d'une corde raide et dure. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Appareil hyoïdien des animaux vertébrés.* Note de M. A. LAVOCAT.

« Les zoologistes sont loin de s'accorder sur la véritable signification de l'appareil hyoïdien : pour les uns, il doit être rattaché, en partie, au segment pariétal de la tête, et, en partie, à la section occipitale; pour d'autres, il n'appartient pas au squelette. En réalité, il constitue l'arc inférieur du segment occipital.

» Appendu sous le crâne, en arrière du maxillaire inférieur, l'hyoïde est principalement destiné à soutenir les organes respiratoires. En outre, il concourt aux mouvements de la déglutition, par ses connexions avec le pharynx et la base de la langue, ainsi que par les muscles de ces parties auxquels il donne attache.

» Au point de vue de sa construction, cet appareil a été l'objet de nombreuses dissidences, s'éloignant plus ou moins de la vérité.

» Dans la série des Vertébrés, l'hyoïde se développe graduellement, et, lorsqu'il est complet, il est formé de deux branches latérales, composées chacune de quatre pièces, disposées bout à bout, reliées entre elles par du cartilage et réunies inférieurement par un corps ou pièce médiane.

» Examinées de haut en bas, ces pièces peuvent être désignées ainsi qu'il suit :

1° Épi-styloïde	(*Arthro-hyal*)	de Geoffroy Saint-Hilaire.
2° Styloïde	(*Stylo-hyal*)	
3° Hypo-styloïde	(*Cérato-hyal*)	
4° Épi-hyal	(*Apo-hyal*)	
5° Basi-hyal	(*Basi-hyal*)	

» Au corps de l'hyoïde sont annexées des pièces qui ne lui appartiennent pas : c'est ainsi qu'il porte, en avant, la *pièce linguale* et, en arrière, une ou deux tiges, dites *cornes laryngées,* vestiges plus ou moins effacés des arcs branchiaux.

» D'abord rudimentaire et cartilagineux dans les Poissons inférieurs, ainsi que dans les premiers amphibiens, l'hyoïde acquiert bientôt sa construction complète.

» Chez les Poissons osseux, il est en avant des arcs branchiaux, qu'il

concourt à recouvrir. En outre, il partage l'organisation de ces arcs, dont il est homotype : comme chacun d'eux, il est formé d'une paire de branches réunies inférieurement par un corps ou pièce médiane ; chacune de ces branches se compose de quatre articles, disposés bout à bout, et l'un d'eux porte, en arrière, des rayons branchiostèges.

» Il en est à peu près de même chez les Amphibiens; mais les arcs branchiaux ne sont plus de nature squelettique : ce sont des tiges cartilagineuses, qui se relient au basihyal et soutiennent les replis de la membrane respiratoire. Chez les Amphibiens, dont les branchies ne sont que temporaires, à mesure que la respiration pulmonaire s'établit, ces appendices, peu à peu résorbés, se réduisent à une tige, simple ou double, annexée aux basihyal et appliquée au devant du larynx. Tels sont les vestiges branchiaux qui persistent et se reproduisent par hérédité, chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères, où ils constituent les *cornes laryngées* de l'hyoïde.

» Dans les Reptiles, l'appareil hyoïdien présente des variétés progressives : peu développé chez les Ophidiens, mieux constitué dans les Lézards, il complète son évolution dans les Tortues et les Crocodiles. Les traces branchiales, héréditaires dans les Lézards et les Tortues, sont en deux paires fixées au basihyal, l'une en avant et l'autre en arrière des branches de suspension. Mais, chez les Crocodiles, la paire postérieure persiste seule, sous forme de tige cartilagineuse, médiane et appliquée sous le larynx.

» Chez les Oiseaux, l'hyoïde rappelle celui des Lézards, par ses branches minces et allongées, ainsi que par son corps généralement étroit; mais, comme dans les Crocodiles, les vestiges branchiaux postérieurs existent seuls et forment une tige médiane, qui s'applique au devant de la trachée.

» Enfin, l'appareil hyoïdien des Mammifères est surtout remarquable, dans les variétés qu'il présente, par le balancement organique établi entre les branches et le corps : ainsi, le basihyal, osseux et plus ou moins épais, est suspendu par des branches faibles et fibreuses dans les Rongeurs, en partie fibreuses ou cartilagineuses chez les Édentés, les Suidés et les Singes, ainsi que chez l'Homme. Cet imparfait développement des branches de suspension est, du reste, analogue à ce qu'on observe dans les Lézards et les Oiseaux.

» Ces branches sont, au contraire, longues et fortes dans les Chevaux et les Ruminants; très régulières chez les Carnassiers, elles peuvent être prises pour types de construction : en effet, leurs quatre pièces sont bien distinctes, cylindroïdes et presque égales en longueur.

» Quant au basihyal, il est d'ordinaire allongé transversalement et plus ou moins arqué en arrière. Son appendice antérieur ou *lingual*, très saillant dans les Chevaux, se réduit généralement à un tubercule ou à de simples rugosités.

» En arrière et de chaque côté, le basihyal est prolongé par la *corne laryngée*, qui aboutit et se fixe au cartilage thyroïde du larynx; disposition évidemment analogue à celle de ces mêmes traces branchiales chez les Crocodiles et les Oiseaux.

» De cet examen comparatif, il résulte que l'appareil hyoïdien des Vertébrés présente, à tous les points de vue, une incontestable conformité : sa position, ses rapports et ses fonctions sont presque identiques dans toute la série. Sa construction est également uniforme; elle ne varie en apparence que par des états plus ou moins marqués du développement, ou par suite de soudures produites avec l'âge des sujets. »

ZOOLOGIE. — *Sur des* Eudiocrinus *de l'Atlantique et sur la nature de la faune des grandes profondeurs.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« D'après M. Herbert Carpenter, les expéditions du *Challenger* et du *Blake* vont porter à quatre cents environ le nombre des espèces de Comatulides. L'homogénéité est telle dans cette famille que presque toutes les espèces se répartissent entre les deux genres *Antedon* et *Actinometra*. Des trois autres genres qui complètent la famille, deux, les genres *Promachocrinus* et *Atelecrinus*, ne comprennent chacun que trois espèces; le troisième, le genre *Eudiocrinus* (*Ophiocrinus* de Semper) n'en contient que quatre, toutes de l'océan Pacifique. Aux quatre espèces d'*Eudiocrinus* connues, les dragages du *Travailleur* viennent d'en ajouter une cinquième, qui appartient, cette fois, à l'océan Atlantique, et que nous proposerons, en conséquence, de nommer *Eudiocrinus atlanticus;* elle provient d'une profondeur de 896^{m} et a été draguée, le 16 août 1881, dans le golfe de Gascogne.

» Tandis que toutes les autres Comatules ont au moins dix bras, que ce caractère se retrouve même chez les *Pentacrinus*, les *Eudiocrinus* n'ont que cinq bras. Chez l'*Eudiocrinus atlanticus*, ces bras sont très allongés, ne diminuent que très lentement de diamètre et portent des pinnules longues et grêles, sur lesquelles se développent, comme d'habitude, les glandes génitales. La première syzygie se trouve entre la quatrième et la cinquième

pièce des bras; c'est la cinquième qui porte la première pinnule; la place de la première syzygie distingue l'*Eudiocrinus atlanticus* de l'*E. indivisus*, Semper; celle de la première pinnule la distingue des trois autres espèces. L'*E. atlanticus* se distingue également de ces dernières espèces par le nombre et la grandeur des organes, si répandus chez les Crinoïdes, nommés *corps sphériques* ou *saccules*. Les saccules manquent aux *E. japonicus* et *Semperi;* ils sont petits et rares chez l'*E. varians*. La plaque centrodorsale est assez petite, hémisphérique; elle porte, disposés sur deux rangs, une trentaine de cirrhes grêles, allongés, formés chacun de quinze articles dont le dernier est légèrement recourbé en un très petit crochet. La deuxième syzygie se trouve entre la neuvième et la dixième pièce brachiale; les autres se montrent à des intervalles de quatre ou cinq pièces les unes des autres; les pièces brachiales portent alternativement les pinnules à droite et à gauche, sauf dans le cas de syzygie, où la pièce supérieure de la syzygie en est seule pourvue. Toute la face supérieure des bras est occupée, dans l'étendue entière de sa longueur, par de puissantes masses musculaires qui s'insèrent sur des crêtes transversales traversant toute la largeur des plaques de deux en deux. Les plaques brachiales sont alternativement amincies en forme de coin à droite et à gauche; les pièces des pinnules sont au contraire cylindriques et à peine élargies à leur extrémité supérieure; la première est mobile sur la pièce brachiale qui la supporte, la seconde sur la première; mais toutes les autres sont à peu près fixes, ce qui fait que la pinnule est toujours rectiligne. Il n'existe également entre les longues pièces des cirrhes dorsaux que de très faibles coussinets charnus, et les cirrhes, dans la plupart des échantillons, se montrent étendus en ligne droite et rassemblés dans une attitude qui rappelle celle que certaines araignées donnent fréquemment à leurs pattes.

» L'*E. atlanticus* est, au point de vue de la locomotion, une intéressante modification du type Comatule; il ne peut, en effet, se fixer solidement aux corps étrangers, comme le font les autres animaux du même groupe, et il est probable qu'il repose le plus souvent les bras et les cirrhes étendus sur le limon de l'Océan, n'ayant à craindre, dans les profondeurs où il vit, ni les vagues ni les courants; mais les masses musculaires de ses bras indiquent qu'il doit être aussi un habile nageur. La plupart des *Antedon*, et surtout les *Actinometra*, sont au contraire organisés pour s'accrocher solidement aux corps sous-marins et nagent peu.

» Les espèces jusqu'ici connues d'*Eudiocrinus* ne sont représentées que par deux ou trois échantillons. Le *Travailleur* a ramené, au contraire, une

quinzaine d'exemplaires d'*E. atlanticus;* malheureusement la plupart sont brisés et leurs parties molles ont été tellement détériorées que nous n'avons pu trouver que trois individus possédant encore leur masse viscérale intacte. Cette masse est, comme le disque, extrêmement petite, proportionnellement à la longueur des bras, qui atteignent 12^{cm} de long, le disque n'ayant pas plus de 5^{mm} de diamètre, et les cirrhes ont de 15 à 20^{mm}.

» Il résulte de ce que nous venons de dire que, malgré la simplicité de leurs bras, les *Eudiocrinus,* loin d'être un type primitif de Comatules, représentent, au contraire, un type notablement modifié. Ceci nous conduit à une remarque générale. Si l'on considère les principaux types zoologiques, on reconnaît que les diverses formes qu'ils comprennent peuvent se rattacher, dans chaque type, à un groupe de formes simples dont toutes les autres seraient dérivées, ces formes simples formant par bourgeonnement des colonies dont les diverses parties se seraient ensuite modifiées et solidarisées ([1]). Dans le type des Spongiaires, ces formes simples se trouvent seulement dans le groupe des Éponges calcaires; dans le type des Cœlentérés, ce sont les Polypes hydraires; dans le type des Arthropodes, ce sont les Crustacés inférieurs qui s'éloignent le moins de la forme du Nauplius; enfin les Vers annelés peuvent être considérés comme le point de départ d'un groupe auquel se rattacheraient les Brachiopodes, les Mollusques et même les Vertébrés. Les représentants de ces formes simples sont tous extrêmement rares et très peu nombreux en espèces dans les régions profondes de la mer, tandis qu'ils sont très communs et très variés dans les zones voisines du littoral. Il y a plus, si nous considérons chaque classe isolément, ce sont très souvent les représentants les plus modifiés de la classe, ceux qui appartiennent aux ordres relativement les plus récents qu'on trouve le plus fréquemment dans les grandes profondeurs.

» Les Éponges sont ces Eponges siliceuses compliquées du groupe des *Hexactinellidæ* qui n'ont commencé à florir qu'à l'époque secondaire; les Coralliaires sont des Madréporaires solitaires, ou des Alcyonnaires, notamment des Pennatulides, qui sont autant de types aberrants; les Crinoïdes sont des Apiocrinoïdes aberrants, des Pentacrines ou des Comatules modifiées; les Stellérides, sauf les Brisinga, sont des *Goniasteridæ* ou des *Astropectinidæ* et sont très éloignés des formes primitives des Etoiles de mer; les Oursins Spatangoïdes et les Oursins à test flexible dominent de beaucoup sur les Oursins réguliers qui sont les plus anciens; les Holo-

---

([1]) Voir *Les Colonies animales*, par M. Edmond Perrier.

thuries sont surtout des Holothuries pourvues d'une sole ventrale et à symétrie bilatérale aussi marquée que celle d'un Ver; les Crustacés décapodes sont les plus nombreux, et, parmi les Mollusques, les formes les plus anciennes, celles des Céphalopodes et des Ptéropodes, manquent jusqu'ici presque totalement. Toutes ces formes sont abondamment représentées dans les zones peu profondes ou à la surface de la mer. La conclusion qui se dégage de ces faits, c'est que la faune abyssale est, au moins en grande partie, une faune descendue des régions littorales ou peu profondes et acclimatée dans les grands fonds. Les conditions d'existence devenant de plus en plus constantes ou même totalement uniformes dans les régions profondes, les espèces de provenances les plus diverses, une fois une certaine zone atteinte, ont pu se répandre partout; on s'explique ainsi tout à la fois que la faune des grandes profondeurs présente une composition très constante dans toutes les régions du globe, en même temps que des espèces variées dont les analogues se retrouvent tantôt dans les régions des parties sublittorales froides du globe, tantôt dans les régions sublittorales des mers les plus chaudes. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Exogone (Exotokas, *Ehlers*) gemmifera (*Pagenstecher*). Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Au cours de recherches sur les Annélides de la baie d'Alger, j'ai retrouvé quelques types intéressants, sur lesquels M. Pagenstecher a publié, il y a longtemps déjà, un Mémoire assez curieux [1]. Sur un Syllidien de très petite taille, auquel il donna le nom d'*E. gemmifera*, ce savant trouva une série de jeunes animaux qu'il crut insérés au-dessus de chaque rame dans la région moyenne du Ver. L'échantillon qui présentait cette apparence étant dépourvu des faisceaux de longues soies capillaires qui distinguent ordinairement la génération sexuée chez les Annélides de ce groupe, M. Pagenstecher en conclut qu'il appartenait à la génération agame et que les larves provenaient de bourgeons développés sur place. Il était confirmé dans cette idée par l'observation de trois sujets à soies longues, dont un portait des œufs de la manière déjà connue et qui représentaient pour lui la génération sexuée. Pour suppléer à l'insuffisance

---

[1] *Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette;* I : Exogone gemmifera *und einige verwandte Syllideen* (*Zeischrift für Wissenschaftliche Zoologie,* t. XII, p. 267).

de ses observations personnelles, M. Pagenstecher interpréta dans le sens de sa théorie les observations antérieures d'Œrsted et de Krohn. Le premier avait pris les animaux à longues soies pour les mâles et les autres pour les femelles, chez son *E. naidina*. Le second, chez sa *Syllis pulligera* (*Syllides pulliger*, Clap.), avait vu des soies capillaires chez des femelles portant encore leurs œufs dans la cavité des anneaux, et pensait que chez celles qui portaient des larves les soies longues avaient disparu lors de l'éclosion des œufs. L'un et l'autre auraient eu sous les yeux des animaux gemmipares sans reconnaître leur vraie nature. Quant à la position des larves, elle est dorsale pour Krohn et Pagenstecher, ventrale pour Œrsted.

» On trouve assez facilement, à Alger, le type décrit par M. Pagenstecher et, bien que les figures qu'il a publiées soient défectueuses, il est impossible de ne pas reconnaître qu'il s'agit de la même espèce. On ne trouve cependant point signalée l'absence de cirrhes dorsaux sur le deuxième anneau normal. En outre, dans la description des soies qui composent une rame, les deux soies différentes sont indiquées comme *au-dessous* de trois semblables. Ceci nous montre que l'auteur a pris le ventre pour le dos, et les cirrhes ventraux, qui ne manquent point en effet à la deuxième rame, pour les cirrhes dorsaux. Ceux-ci, fort petits, auront sans doute échappé à l'auteur qui ne mentionne pas de cirrhes ventraux. De même, Ehlers (Borstenwürmer), qui sépare l'*E. gemmifera* des Exogones, à cause de la présence chez elle de cirrhes tentaculaires, et la reporte dans son genre *Exotokas*, met dans la caractéristique de ce genre : *Bauchcirren fehlen*. Il est difficile de faire la distinction du dos et du ventre, si l'on n'observe le sujet qu'aplati dans un compresseur. Krohn avait, sans doute, commis la même erreur. Les larves sont bien du côté ventral, comme l'avait vu Œrsted sur son *E. naidina*.

» J'ai fréquemment rencontré l'*E. gemmifera* mâle et femelle, à l'état de maturité sexuelle. Aucune erreur n'était possible, et j'ai trouvé, chez les uns comme chez les autres, des individus à soies longues et d'autres qui en sont dépourvus. Je sais bien que ces soies peuvent, dit-on, se détacher dans les mouvements de natation de l'animal; et j'ai vu des échantillons où il est probable que cela avait eu lieu. Mais, lorsque tous les anneaux en sont absolument dépourvus, le doute n'est plus possible; d'autant que l'on n'observe aucun vestige de la bourse d'implantation des soies capillaires. Ainsi disparaît la principale raison qui détermina M. Pagenstecher. Voici quel est le développement. On voit naître un œuf à la face postérieure de chaque dissépiment à partir du dixième anneau (les trois ou

quatre derniers anneaux demeurent libres) de chaque côté de la ligne médiane, et en dessous de l'intestin. Les deux œufs demeurent toujours seuls dans l'anneau, comme le signale Claparède chez son *Pœdophylax*, qui est peut-être identique; ils grossissent jusqu'à refouler l'intestin en haut et à se rejoindre sur la ligne médiane. Quelquefois l'un passe devant l'autre, et leur enveloppe étant très flexible, ils se moulent sur les anfractuosités de la cavité de l'anneau. Après la ponte, l'œuf est attaché par un pédoncule très distinct à la base du cirrhe ventral. La ligne de séparation se voit fort bien en observant l'animal de côté, et sans compression. L'œuf est pondu avant toute segmentation. Celle-ci paraît assez régulière, et tous les œufs passent à peu près en même temps par la même phase. Comme ces petits Annélides meurent très vite en captivité, il faut un grand nombre de sujets pour observer les phases successives. Au dernier état observé dans l'œuf, la segmentation était complète, et les larves ovoïdes montraient nettement l'orifice buccal. Elles remplissaient exactement la coque, et c'est sans doute leur accroissement qui détermine sa rupture. Les larves sont déjà nues au moment où elles se présentent sous la forme d'une masse ovoïde, à cellules ectodermiques claires et à sphérules entodermiques très colorées, sans la moindre trace de division transversale. La masse endodermique est échancrée en cœur du côté de la bouche. Ces larves, très convexes sur le dos, montrent à leur extrémité libre trois petits bourgeons ectodermiques à peine indiqués, représentant l'ébauche des tentacules; deux autres bourgeons exactement pareils, situés à l'autre extrémité, deviendront les cirrhes anaux, qui, en se développant, passent un de chaque côté du cirrhe ventral de la mère. Le point de fixation de la larve est donc exactement celui de l'œuf. Lorsqu'elle se détache, on ne voit point de pédoncule décrit par Pagenstecher, mais un léger enfoncement, au niveau de l'anus, qui agit peut-être comme une ventouse. Les jeunes larves grandissent régulièrement, et ne commencent à porter des soies que lorsqu'il existe déjà quatre ou cinq anneaux entre la tête et le segment anal. Ainsi, pas plus que chez l'*Autolytus* étudié par A. Agassiz, il ne se développe de ceintures de gros cils. Et même ici la toison des cils fins que cet auteur a trouvée sur les Autolytes, et qui peut leur être, en effet, d'une certaine utilité, puisque les larves sont libres dans la poche maternelle, cette toison, dis-je, ne se développe point, les mouvements de la mère rendant inutile la présence d'un appareil locomoteur chez le jeune.

» Je me suis étendu sur ce type, car c'est celui-là qui a servi de base à la théorie des bourgeons latéraux. Une telle exception à la règle générale

suivant laquelle les bourgeons se produisent dans le sens longitudinal chez les animaux libres eût été bien difficile à interpréter; aussi fut-elle accueillie avec beaucoup de réserve. M. Mecznikow ne veut pas se décider, M. Claparède la déclare *fort improbable*, et je ne vois que M. L. Vaillant qui l'accepte sans hésiter, et la cite à l'appui d'un autre fait plus singulier encore, et qui ne paraît pas avoir eu un meilleur sort. Je ne pense pas toutefois que personne ait combattu la théorie de M. Pagenstecher par l'étude même de son type. Je ne saurais cependant en répondre, en l'état où se trouve actuellement la bibliothèque universitaire d'Alger; et c'est un point que je reverrai dans le Mémoire que je pense consacrer à cette Annélide et à d'autres types voisins. Je ne me suis point en effet borné à l'étude de l'*E. gemmifera*; et j'ai pu revoir tous les types dont parle l'auteur allemand. Chez son *E. Martinsi*, en particulier, que M. Ehlers regarde comme une vraie Syllis, et qui est sans doute la *Sphærosyllis pirifera* (Clap.), j'ai retrouvé mâles et femelles sous les deux formes, avec et sans soies longues.

» Cette *E. Martinsi* ne saurait être séparée de l'*E. gemmifera* et montre, comme elle, l'absence de cirrhe dorsal sur la deuxième rame. Si c'est bien la *Sphærosyllis* de Claparède, ce caractère aura échappé au savant genevois. Il serait probable alors que l'*E. gemmifera* rentrât dans son genre *Pædophylax*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des cladodes souterrains de* Psilotum *adultes*. Note de M. C.-Eg. **Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« La structure des divers cladodes souterrains des *Psilotum* adultes se laisse ramener à trois types, caractérisables par la structure que présente leur massif libéro-ligneux dans leur région moyenne.

» La section transversale de la région moyenne d'un cladode souterrain de *Psilotum* montre :

» 1° Au centre, un massif libéro-ligneux;

» 2° Autour du faisceau, une gaîne protectrice;

» 3° Entre la gaine et l'assise superficielle, une zone épaisse de tissu fondamental primaire;

» 4° Superficiellement, une assise épidermique villeuse.

» La gaine protectrice, le tissu fondamental et l'assise épidermique ont la même structure que les tissus de même nom dans les branches simples souterraines. Selon les cladodes, la structure du massif libéro-ligneux central change.

» I. Dans les cladodes souterrains fortement coalescents, et dont les axes de figure sont tous dans un même plan, le massif libéro-ligneux présente deux bandes cunéiformes de bois diamétralement opposées. Les pointes de ces masses ligneuses sont extérieures; elles sont occupées par de fines trachées qui marquent leur centre de développement. Les éléments ligneux plus intérieurs que les trachées sont des vaisseaux scalariformes. La différenciation des éléments ligneux s'est faite de chacun des centres de développement vers le centre de figure du massif tout entier. Ordinairement les deux masses ligneuses opposées sont séparées l'une de l'autre par des fibres primitives à parois minces. Les cellules grillagées mêlées à des fibres primitives forment des îlots sur les flancs des masses ligneuses. D'après cette brève description, on voit que la structure du massif libéro-ligneux dans la région moyenne de cette première série de cladodes diffère peu de la structure du faisceau bicentre d'une forte branche simple souterraine. Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble d'un même cladode de la série I, de sa région moyenne vers sa région postérieure, on voit toujours succéder plus ou moins rapidement la structure du faisceau bicentre d'une branche simple à la structure du massif libéro-ligneux du cladode. Si le cladode se poursuit antérieurement par deux rameaux, en suivant son massif libéro-ligneux d'arrière en avant, on voit ce massif se bifurquer en deux lobes dans son plan principal. En même temps, chaque lobe libéro-ligneux s'enveloppe d'une gaine protectrice propre. Plus haut chaque bande ligneuse se divise en deux; un peu plus haut encore, chacune des masses ligneuses intérieures prend une forme de coin et présente des trachées à son bord intérieur. A partir de ce point et tant que la séparation des deux rameaux issus de la bifurcation du cladode donné n'est pas complète, le cladode présente deux massifs libéro-ligneux diamétralement opposés, dont chacun a la structure du massif libéro-ligneux du cladode initial. Dans les cladodes de la première série dont l'extrémité antérieure se termine par un cône végétatif en pleine activité, ce cône végétatif présente la structure suivante : la surface du cône est formée par une lame dermatogène sur laquelle on reconnaît plusieurs cellules apicales disposées en ligne droite, très rapprochées les unes des autres. Cette lame dermatogène se continue postérieurement par l'épiderme du cladode. Le dermatogène recouvre une masse de méristème primitif dans laquelle on reconnaît plusieurs files de cellules comparables aux cellules axiales du cône végétatif des branches simples souterraines. La surface du méristème primitif se poursuit postérieurement par le tissu fondamental primaire. La région centrale du méri-

stème primitif se poursuit postérieurement par un cordon procambial. Plus loin du sommet, ce faisceau procambial se différencie comme un faisceau bicentre. En appliquant à l'étude de la différenciation des tissus des cladodes de la première série la méthode que j'ai indiquée dans une précédente Communication, on aurait la marche de la différenciation des tissus à un niveau déterminé d'un de ces cladodes, lorsque ce cladode avance en âge.

» II. Dans les cladodes souterrains, à branches faiblement coalescentes et dont les axes de figure sont encore tous dans un même plan, la section transversale du massif libéro-ligneux présente un certain nombre de masses ligneuses disposées en ligne droite le long du grand diamètre du massif tout entier. Les bandes ligneuses extrêmes sont seules cunéiformes; elles tournent leurs pointes vers l'extérieur. Ces pointes sont occupées par de fines trachées qui marquent leur centre de développement. Sauf dans les cas où l'ensemble du massif libéro-ligneux est profondément lobé dans sa région moyenne, les bandes ligneuses intérieures sont arrondies et sans trachées. La différenciation des éléments des bandes ligneuses externes s'est faite de leurs trachées initiales vers le centre de figure du massif tout entier. La différenciation des éléments ligneux des bandes internes ne se fait *qu'après la différenciation des centres de développement des bandes externes*, et cette différenciation progresse *du premier élément caractérisé vers l'un des centres de développement primitif*. C'est là un fait capital pour l'appréciation des massifs libéro-ligneux des *Psilotum*. Les cellules grillagées mêlées aux fibres primitives forment des îlots sur les flancs des masses ligneuses. Les diverses bandes ligneuses sont séparées les unes des autres par des fibres primitives à parois minces. Quand on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble de la région moyenne d'un cladode de la série II vers sa région postérieure, on constate que chacune des bandes ligneuses intérieures de son massif libéro-ligneux se réunit plus ou moins rapidement à l'une des bandes ligneuses extrêmes, après quoi nous rencontrons la structure d'un faisceau bicentre de branche simple souterraine. Dans la partie antérieure des cladodes de la deuxième série, qui sont bifurqués en deux rameaux, on constate que le massif libéro-ligneux s'est bifurqué dans son plan principal, puisque, un peu plus haut, chaque lobe s'est complété; les deux lames ligneuses les plus intérieures sont devenues cunéiformes; elles présentent des trachées à leur bord intérieur. Dans les cladodes de la deuxième série, terminés antérieurement par un cône végétatif en pleine activité, la structure du cône végétatif est la même que celle du cône végétatif d'un cladode de la première série, à cela

près que les cellules apicales du dermatogène et les files cellulaires axiales du méristème primitif sont plus écartées dans les cladodes de la série II que dans les cladodes de la série I. »

M. S. Kanellis adresse, d'Athènes, une Note relative à la production du premier bruit du cœur.

L'auteur attribue la production du premier bruit du cœur, d'une part, à la vibration des cordes tendineuses, déterminée par le frottement du sang contre ces cordes, au moment de la contraction du ventricule; d'autre part, au frottement du sang contre la paroi irrégulière du ventricule lui-même. Une expérience directe a montré qu'on obtient un bruit semblable en dirigeant un courant d'eau contre un réseau artificiel de cordes tendineuses, attachées solidement par leurs deux extrémités à deux planchettes parallèles.

M. F. Drouet adresse une Note relative à une solution du problème de la transformation d'un mouvement circulaire en un mouvement rectiligne.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 5 mars 1883.)

Page 612, ligne 13, *au lieu de* $4^h 42^m 17^s$, *lisez* $7^h 42^m 17^s$.
» ligne 23, *au lieu de* 45937 Lal., *lisez* 45973 Lal.
» ligne 26, *au lieu de* H. XIII, *lisez* H. XXIII.

Page 627, dernière ligne, *au lieu de* $v = t - 1850$, *lisez* $v = \frac{t - 1850}{500}$.